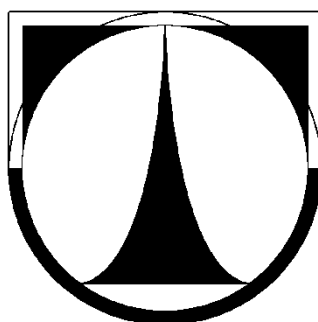


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2009**

**MICHAELA SOLNIČKOVÁ**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

## VLASTNOSTI KONVENČNÍ BAVLNY A BIO BAVLNY

### CHARACTERISTICS OF A CONVENTIONAL COTTON AND AN ORGANIC COTTON

Michaela Solníčková

KHT-666

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Vladimír Kovačič

**Rozsah práce:**

Počet stran textu... 43

Počet obrázků..... 46

Počet tabulek..... 15

Počet stran příloh . 17

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 20. května 2009

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Velmi ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Vladimíru Kovačičovi, za odborné vedení a cenné rady při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Janě Müllerové za poskytnutá data a zároveň Ing. Miloši Ferklovi za odbornou konzultaci.

## ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu vlastností konvenční bavlny a bio bavlny a jejich rozdílů. Nejdříve seznamuje se způsobem pěstování konvenční bavlny a úskalím spojeným s jejím pěstováním v podobě velkého zatěžování životního prostředí. Poté vysvětluje odlišnosti ve způsobu pěstování bio bavlny a prospěchu tohoto organického zemědělství. Provedením experimentů bylo zjištěno, zda se různý způsob pěstování bavlny projevuje také na jejích vlastnostech. Byly sledovány zejména parametry pevnosti, zralosti, délky a přítomnost chemikálií ve vláknech.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Bavlna

Bio bavlna

Pesticidy

Organické zemědělství

Vlastnosti vláken

## ANNOTATION

This bachelor thesis is focused on differentiation of conventional cotton and bio cotton. First part introduces the way how to grow conventional cotton and the difficulties connected with its growing and straining the environment. The next part explains the differences while growing bio cotton and the benefit of this organic agriculture. Implementation of experiments show us, whether the differences of growing the cotton show signs on its qualities or not. There were mainly observed parameters of solidity, ripeness, length and presence of chemicals in the staples

### **KEY WORDS:**

Cotton

Organic cotton

Pesticides

Organic agriculture

Characteristics of fibres

# Obsah

<b>PROHLÁŠENÍ</b>	3
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	4
<b>ANOTACE</b>	5
<b>ÚVOD</b>	10
1 Taxonomické zařazení bavlny	11
2 Historie bavlny v bodech	11
3 Pěstování konvenční bavlny	13
3.1 Průběh konvenčního cyklu pěstování bavlny	13
3.2 Použité chemikálie při pěstování konvenční bavlny	14
3.2.1 Průmyslová hnojiva	14
3.2.1.1 Vliv průmyslových hnojiv na životní prostředí	14
3.2.2 Pesticidy	14
3.2.3 Dělení pesticidů	15
3.2.4 Herbicidy	16
3.2.4.1 Vliv herbicidů na životní prostředí	16
3.2.4.2 Herbicidy používané při pěstování konvenční bavlny	17
3.2.5 Defolianty	17
3.2.5.1 Defolianty používané při pěstování konvenční bavlny	17
3.2.6 Insekticidy	17
3.2.6.1 Vliv insekticidů na životní prostředí	17
3.2.6.2 Insekticidy používané při pěstování konvenční bavlny	18
4 Stockholmská úmluva	18
5 Pěstování bio bavlny	19
5.1 Průběh bio cyklu	19
5.2 Náhrady za chemikálie při pěstování bio bavlny	20
5.2.1 Statková hnojiva	20
5.2.1.1 Význam používání statkových hnojiv	20
5.2.2 Prostředky používané v bio zemědělství místo herbicidů	21
5.2.3 Prostředky používané v bio zemědělství místo insekticidů	21
5.2.4 Prostředky používané v bio zemědělství místo defoliantů	21
6 Bio certifikáty	21
6.1 Nejvýznamnější certifikáty	22
7 Bavlna a svět financí	25
7.1 Ceny bavlny	26
8 Experimentální část	27
8.1 Délka vláken	27
8.1.1 Průběh experimentu	28
8.1.2 Grafický rozbor kladeného staplového diagramu	29
8.1.3 Staplový diagram bio bavlny Sigals	30
8.1.4 Staplový diagram konvenční bavlny Sigals	30
8.1.5 Staplový diagram konvenční bavlny	31
8.1.6 Zhodnocení experimentu	31
8.2 Zralost vláken	31
8.2.1 Provedení experimentu	32
8.2.2 Třídící tabulky a histogramy	32
8.2.3 Statistické údaje	35
8.2.4 Grafické porovnání stupně zralosti vzorků bavlny	35
8.2.5 Zhodnocení experimentu	37

8.3	Mechanické vlastnosti vláken .....	38
8.3.1	Průběh experimentu .....	38
8.3.2	Statistické údaje .....	40
8.3.3	Grafické porovnání výsledků tažnosti .....	41
8.3.4	Grafické porovnání výsledků pevnosti .....	44
8.3.5	Zhodnocení experimentu .....	46
8.4	Zkouška přítomnosti chemikálií ve vláknech .....	46
8.4.1	Průběh experimentu .....	46
8.4.2	Zhodnocení experimentu .....	47
9	Diskuze .....	48
10	Závěr .....	49
11	Seznam použité literatury .....	52
12	Seznam vzorců .....	54
13	Seznam obrázků .....	54
14	Seznam tabulek .....	55
15	Přílohy .....	56
15.1	Podélné pohledy a příčné řezy bavlněných vláken .....	56
15.2	Data z měření délky vláken konvenční bavlny .....	65
15.3	Naměřená data při zkoušce stupně zralosti .....	65
15.4	Naměřená data na trhačím stroji .....	69

## **Seznam zkratk**

Př.n.l. – před naším letopočtem

UNEP – program OSN pro životní prostředí

OTA – Organic Trade Association

USA – Spojené státy Americké

GB – Velká Británie

INV – International Association Natural Textile Industry

D – Německo

JOCA – Japan Organic Cotton Association

J – Japonsko

H – Holandsko

GOTS – Global Organic Textile Standard



# Úvod

Bavlna je nejdůležitějším textilním vláknem, které se nachází přibližně v 50 procentech veškerých vyráběných textilií. V posledním století se sice ve značné míře užívá syntetických vláken, ovšem bavlna je stále velmi oblíbená, používá se téměř na všechny druhy tkanin. Tyto tkaniny jsou měkké, poddajné a prodyšné, dobře přijímají vodu a sají pot. Využívá se jako materiál na osobní prádlo, dámské, pánské a dětské oděvy, sportovní módu i módní doplňky. Je nejdůležitějším materiálem při výrobě kojeneckého zboží. Lze ji použít také na lůžkoviny, bytový i dekorační textil.

Bavlna se pěstuje ve více než 100 zemích světa, na cca 34 milionech hektarů hospodářské půdy, převážně v teplých a vlhkých oblastech. Kvalita a velikost úrody je závislá na dobrých klimatických podmínkách, jelikož ji mohou ohrozit výkyvy teplot, mrazy, ale i horka.

Velmi vážnou hrozbou jsou škůdci a nemoci. Bavlnu napadá přibližně 1300 druhů různých škůdců, tudíž se při jejím pěstování spotřebuje obrovské množství pesticidů, které se v průběhu roku aplikují 10 – 20krát. V některých zdrojích se uvádí, že na ochranu bavlny se spotřebuje až 20 % z celosvětové produkce pesticidů. Tyto chemikálie však představují velkou zátěž pro životní prostředí v podobě kontaminace půdy, vody, potravin, ale také mohou způsobit případné otravy u pěstitelů. Dalším znepokojujícím faktorem při pěstování bavlny je i to, že v zemích třetího světa jsou katastrofální pracovní podmínky a k práci jsou využívány děti.

Řešením všech problémů, jak enviromentálních, tak i sociálních, je kontrolované biologické pěstování bavlny, které se absolutně vyhýbá používání pesticidů. Základem pěstování bio bavlny je cyklické obdělávání polí, které zaručuje zdravé a přirozené životní prostředí, úrodnou půdu bez použití umělých hnojiv.

Bio bavlna se produkuje ve 22 zemích světa, kde je odborníky přísně dohlíženo na dodržování zásad organického pěstování plodiny. Při splnění všech podmínek je pro bio bavlnu vystaven certifikát dokazující její ekologičnost. Mnohé certifikáty garantují i ekonomicko-sociální jistoty, kdy si odběratel může být jist, že při pěstování bio bavlny všichni pracovníci obdrží řádný plat a k práci nejsou využívány děti.

V teoretické části bakalářské práce jsou uvedeny obecné informace o bavlně - taxonomické zařazení, a to, jak se postupně stávala jedním z nejoblíbenějších textilních vláken vůbec. Ale největší množství informací zde uvedených se týká samotného pěstování bavlny, používaných chemikálií a vliv jejich užívání na životní prostředí. V práci je také objasněn pojem bio bavlna i specifika a odlišnosti ve způsobu pěstování tohoto vlákna. Dále jsou zmíněny nejznámější světové

certifikáty, kterými si prokazuje pravost bio bavlny. Jako poslední je v teoretické části zmíněn vliv bavlny na finanční svět a samotné ceny konvenční a bio bavlny.

Druhá, praktická část práce je experimentální částí. Zde jsou navrženy experimenty stanovení vlastností, které by od sebe mohly odlišit bio bavlnu a konvenční bavlnu. Důležité jsou popisy jednotlivých vlastností, navrhovaných experimentů a jejich následného průběhu. Za každým experimentem následuje zhodnocení, a tak si čtenář může postupně utvářet názor na odlišnost či neodlišnost vlastností konvenční a bio bavlny.

# 1 Taxonomické zařazení bavlny

říše: rostliny (Plantae)

podříše: cévnaté rostliny (Tracheobionta)

oddělení: krytosemenné (Magnoliophyta)

třída: vyšší dvouděložné (Rosopsida)

řád: slézotvaré (Malvales)

čeleď: slézovité (Malvaceae)

rod: bavlník (Gossypium)

## 2 Historie bavlny v bodech

- 5800 př. n. l. - první nálezy pozůstatků bavlny spolu s peřím a vlákny živočišného původu v tkaninách v Mexiku.
- 3000 př. n. l. - první pozůstatky skutečné bavlněné tkaniny nalezeny v Pákistánu.
- 2500 př. n. l. - tehdejší společenství v Jižní a Severní Americe si domestikovalo bavlnu a začalo ji účelně pěstovat. Přesněji řečeno, pěstovalo dva druhy bavlníků, které se v této oblasti vyskytovaly, a to *Gossypium hirsutum* (bavlník srstnatý) a *Gossypium barbadense* (bavlník pocházející z Barbadosu).
- 1500 př. n. l. - první písemná zmínka o bavlně pocházející z Indie.
- 300 př. n. l. - armáda Alexandra Velikého přinesla bavlněné výrobky do Evropy.
- 100 n.l. - arabští kupci přinesli do Itálie a Španělska bavlněné tkaniny mušelín a kaliko.
- 1492 - Kryštof Kolumbus na své výpravě na Barbadosu objevil *Gossypium hirsutum* (bavlník srstnatý).
- 1500 - byla ve francouzském městě Nimes utkána bavlněná tkanina denim. Jméno je odvozeno z francouzského - "serge de Nimes" (tkanina z Nimes). Následně se dostalo velké obliby kalhotům z denimu, a to zejména od námořníků z italského města Genoa (Janov). Proto je pojmenování jeany odvozeno od názvu tohoto města, a to z jeho francouzského překladu, který zní Genes.
- 1530 - přírodně barvené bavlněné tkaniny z Ameriky dosahují vysoké kvality. Také technicky jsou vyspělejší než evropské tkaniny z tkalcovských stavů té doby.
- 1600 - Indická východní společnost přivezla do Evropy indické bavlněné tkaniny.
- 1641 - byla v Británii v Manchesteru otevřena první spřádací továrna.
- 1700 - bavlněné tkaniny se staly nejoblíbenějšími tkaninami v Evropě.
- 1760 - Británie se díky průmyslové revoluci stala největším zpracovatelem bavlny. Předběhla tak Indii.

- 1764 - byl v Blackburnu v severozápadní Anglii vynalezen stroj na spřádání příze Spinning Jenny, který zvýšil efektivitu zpracování bavlny.
- 1767 - Richard Arkwright zlepšil dosavadní spřádací stroj.
- 1793 - vynalezl Eli Whitney stroj na čištění surové bavlny a odstraňování semínek (cotton gin), který umožnil zpracovávat bavlnu 50-krát rychleji než při tradiční ruční metodě.
- 1800 - jižní země Spojených států se staly největšími světovými vývozci bavlny.
- 1920 - Spojené státy americké produkovaly více než polovinu celkového objemu bavlny.
- 1939 – 45 - během 2. světové války byla vysoká poptávka po zelených a hnědých bavlněných tkaninách, ze kterých se šily oděvy pro vojáky.
- 1940 - popularita denimu se rozšířila poté, co se pohled na ni změnil z obrazu odolného pracovního oblečení k módě každodenního nošení pro širokou veřejnost a převážně mladé lidi.
- 1980 - Čína se stala světovou jedničkou v produkci bavlny.
- 1980 - nejpůvodnější barevné odrůdy bavlny pěstované v Africe, Asii, Střední a Jižní Americe jsou nahrazovány čistě bílou komerční odrůdou.
- 1996 - byly poprvé představeny transgenní odrůdy bavlny obsahující vložený Bt-gen z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* jedovaté pro housenky motýlů, které představují velké škůdce. Tyto odrůdy měly být rozšířeny po celém světě do konce 20. století.
- 2001 - v Austrálii došlo k selhání genetické ochrany bavlny a zemědělci pěstující tyto odrůdy utrpěli těžké ekonomické ztráty.
- 2003 - v Indii došlo také k selhání genetické ochrany bavlny, ale zde lze potíže s transgenní bavlnou do značné míry vysvětlit černým trhem, kde se díky vysoké poptávce prodávají běžná semena jako transgenní.
- 2006/07 - průměrná světová produkce bavlny dosáhla rekordních 747 kilogramů na hektar.[4],[9]

### 3 Pěstování konvenční bavlny

Bavlník je slezovitá rostlina, převážně keřovitá, která vyžaduje teplo, vlhko a maximální množství slunečního svitu. Proto se pěstuje v oblastech, které leží mezi 45° severní délky a 35° jižní délky. Doba po kterou se bavlna pěstuje, od zasetí po sklizeň, trvá přibližně 6 měsíců.[22]

#### 3.1 Průběh konvenčního cyklu pěstování bavlny

Příprava půdy:

- příprava půdy k sázení. Aby měla půda dostatek živin a mohla vyživovat bavlníky, farmáři používají průmyslová hnojiva.
- kontrola stupně vlhkosti půdy.

Setí:

- kontrola půdní teploty.
- sázení v okamžiku, kdy je teplota půdy ideální pro to, aby semeno začalo klíčit. Tento moment nastává tehdy, když je teplota půdy 14°C, v hloubce minimálně 10 cm, alespoň tři po sobě následující dny.

Růstové období:

- probíhá neustálá kontrola vlhkosti půdy a její přihnojování.
- kontrola napadení škůdci, nanášení insekticidů a herbicidů.
- zavlažování, probíhá 4 – 5 krát ve 2-3týdenních intervalech.
- květenství, bavlník má krémové či růžové květy (záleží to na druhu bavlníku).
- po opylení se květy přemění v tobolek, ve kterých jsou semena, z nichž vyrůstají vlákna.
- až je tobolek plná vláken, praská.

Sklizeň:

- odborníci zkontrolují stav vláken a určí, zda je čas na sklizeň.
- defoliační postřik, tímto se bavlníky zbaví listů.
- sklízecí stroje ulamují tobolek a shromažďují je v zásobníku.
- poté se bavlna nechá na poli volně usušit.
- převoz bavlny k vyzrání.

Konec sezony:

- třídění a klasifikace bavlny.
- farmáři připravují půdu na další sezonu.[8]

## **3.2 Použité chemikálie při pěstování konvenční bavlny**

### **3.2.1 Průmyslová hnojiva**

Rostliny potřebují ke správnému růstu spoustu živin, což je celá řada minerálních látek. Uhlík, dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a síru získávají rostliny z půdy rozpuštěné ve vodě, která je dále zdrojem kyslíku a vodíku. Velmi důležitou roli v látkových přeměnách mají stopové prvky - bor, mangan, zinek, měď, kobalt, molybden a prospěšnými jsou i křemík, sodík a chlór.

V průběhu každé sklizně dochází k odčerpání velkého množství živin, a je tedy jasné, že původní úrodnost půdy není možné udržet. Proto se živiny do půdy vrací pomocí hnojiv. Průmyslová hnojiva jsou vyráběna v chemickém průmyslu. Obsahují potřebné živiny a jejich účelné a přiměřené používání zvyšuje výnosy, zlepšuje kvalitu a napomáhá k větší trvanlivosti produktů při skladování.

Průmyslová hnojiva se rozdělují podle počtu zastoupených živin na jednosložková, vícesložková a hnojiva se stopovými prvky. Jednosložková hnojiva obsahují jednu živinu. Vícesložková hnojiva pak obsahují více živin, popřípadě jejich různé kombinace. Hnojiva se stopovými prvky obsahují již výše vyjmenované stopové prvky. Hodnotí se podle procentuálního obsahu účinné látky.[1],[12]

#### **3.2.1.1 Vliv průmyslových hnojiv na životní prostředí**

Nadměrné používání průmyslových hnojiv není nijak ku prospěchu, jak by se mohlo zdát. Tzv. přehnojování škodí půdě i pěstovaným plodinám, znehodnocují se povrchové a podzemní vody. Neúměrně vysoké dávky průmyslových hnojiv mohou negativně ovlivnit trvalou přirozenou produktivitu zemědělského půdního fondu.

Dalším alarmujícím poznatkem je, že chemikálie (hnojiva), které byly v Evropě již dávno zakázány, se nadále prodávají do zemí třetího světa. Zhoršování životního prostředí vlivem nesprávně rozvíjené zemědělské výroby se tedy stává stále větším problémem.[15]

### **3.2.2 Pesticidy**

Pesticidy jsou chemické látky, jejichž úkolem je účelné hubení rostlinných a živočišných škůdců, ochrana rostlin, skladových zásob, technických produktů, bytů, domů, výrobních závodů nebo i zvířat či člověka. Nejvíce se pesticidy uplatňují v zemědělství.

Nadměrné užívání pesticidů má nepříznivý vliv na přirozené fungování ekosystému a zdraví člověka, proto by se jejich spotřeba měla značně omezit. Mezi

nežádoucí důsledky nadměrného nebo nesprávného používání pesticidů patří hynutí včelstev, narušení ekosystému nebo hromadění těchto látek v živých systémech. Jako příklad se často uvádí DDT. V první polovině minulého století bylo DDT používáno po celém světě. Až díky pozdějším výzkumům se ukázalo, že je to těžko odbouratelný kumulativní jed, který se hromadí ve vrcholných člancích potravního řetězce (člověk a masožravci). Proto bylo používání tohoto prostředku zakázáno. Dnes se u pesticidů kromě jejich okamžitých účinků zkoumá i postup jejich degradace a přenos v potravinovém řetězci.

### 3.2.3 Dělení pesticidů

Podle určení k hubení určitého škůdce:

- Akaricidy: přípravky určené k hubení roztočů
- Algicidy: přípravky určené k hubení řas
- Arborocidy: pesticidy určené k hubení stromů a keřů
- Avicidy: přípravky určené k hubení ptáků
- Fungicidy: prostředky určené k ochraně před houbovými chorobami
- Herbicidy: pesticidy určené k hubení rostlin
- Insekticidy: přípravky určené k hubení hmyzu (dezinsekce)
- Molluskocidy: prostředky určené k hubení měkkýšů
- Piscicidy: přípravky určené k hubení ryb
- Rodenticidy: přípravky určené k hubení hlodavců (deratizace)

Podle způsobu aplikace:

- postřiky, aerosoly
- fumiganty
- poprašek
- pevné a tekuté nástrahy
- mořidla
- nátěry a impregnace

Podle původu:

- látky přírodního původu
- syntetické látky
- biopreparáty[21]

### 3.2.4 Herbicidy

Od prvního osetí pozemku lidstvo bojovalo s plevelem, tedy s nežádoucími rostlinami. Prostředky k jejich hubení prošly dlouhým vývojem. Z počátku se využívalo ruční práce, později potahu zvířat. Nyní se využívá chemických látek – herbicidů.

Název herbicid pochází z latinského *herba* - rostlina a řeckého *cídó* – ničím. Je to pesticid používaný k likvidaci plevelů nebo invazních rostlin. Selektivní herbicidy likvidují jen úzkou skupinu rostlin, širokospektrální neboli tzv. totální herbicidy likvidují téměř veškerou vegetaci, která se nachází na pozemku, kde byl herbicid aplikován.

První pokusy s chemickými látkami na orné půdě byly zaznamenány již roku 1896, kdy byla použita modrá skalice. Po další roky docházelo k vývoji a byla nalezena celá řada nových účinných látek. V dnešní době je kladen veliký důraz na minimalizaci ekotoxikologických rizik ve vztahu k životnímu prostředí a zdraví lidí. Kritéria pro nově povolované herbicidy jsou stále přísnější a herbicidy se stávají ekonomicky náročnější.

#### 3.2.4.1 Vliv herbicidů na životní prostředí

Jelikož plevely způsobují při pěstování zemědělských plodin ztráty, které dosahují 10 – 15 % z celkové produkce, je herbicidů využíváno ve značné míře. Herbicidy při nesprávném používání negativně ovlivňují životní prostředí.

Dříve ohrožení velmi často nastávalo při nesprávné likvidaci zbytků herbicidů a v důsledku nedodržení správné technologie aplikace. Rizika jsou zaznamenána zejména v důsledku toho, že některé chemikálie zůstávají v rostlinách dlouhou dobu, a může dojít k jejich přenosu do krmení zvířat nebo potravin pro lidi. Jiné chemikálie pak přetrvávají dlouhou dobu v půdě a mohou být vyplavovány do spodních vod a ohrožovat půdní organizmy. Herbicidy mohou také ovlivňovat i živočichy přímým kontaktem při nebo po aplikaci. Při nesprávném používání herbicidů dochází i k poškození necílových rostlinných druhů v blízkosti zemědělské půdy. Herbicidy po aplikaci mohou působit nejen na plevel, ale i na vlastní plodiny, které mohou intoxikovat, nebo dokonce ničit.

Plevel se s postupem času stává vůči herbicidům odolnější, a tím je vyvolána potřeba neustálého zvyšování množství aplikovaných chemikálií. Při aplikacích může docházet i ke smyvu zbytků herbicidů do povrchových vod a k jejich toxickému působení na vodní ptáky, ryby, obojživelníky, plazy i bezobratlé.[10],[17]



### **3.2.4.2 Herbicidy používané při pěstování konvenční bavlny**

- Trifluralin	$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$
- 2,4-D	$C_8H_6Cl_2O_3$
- 2,4,5-T	$C_8H_5Cl_3O_3$

### **3.2.5 Defolianty**

Defolianty jsou specifickým druhem herbicidů. Jedná se o chemické prostředky sloužící k odlistění rostliny těsně před sklizní. Způsobí uschnutí zelené části rostliny a opadání listů. Farmáři si tak usnadňují mechanickou sklizeň.[19]

#### **3.2.5.1 Defolianty používané při pěstování konvenční bavlny**

- 2,4,-D	$C_8H_6Cl_2O_3$
- 2,4,5-T	$C_8H_5Cl_3O_3$
- MCPA	$C_9H_9ClO_3$
- MCPB	$C_{11}H_{13}ClO_3$
- Dichlorprop	$C_9H_8Cl_2O_3$
- Mekoprop	$C_{10}H_{11}ClO_3$
- Fenoprop	$C_9H_7Cl_3O_3$

### **3.2.6 Insekticidy**

Insekticid je přípravek určený k hubení škodlivého hmyzu v jeho různých vývojových stupních. Insekticidy se používají v zemědělství, k ochraně rostlin, zásob a také v oblasti hygieny. Insekticidy zasahují zejména nervový systém hmyzu, a to dýchacími orgány při požití a také pouhým kontaktem s tělem hmyzu.

#### **3.2.6.1 Vliv insekticidů na životní prostředí**

Hmyz představuje pro bavlnu velké nebezpečí, tudíž jsou insekticidy aplikovány ve velké míře. Zátěž pro životní prostředí je proto značná. Insekticidy stejně jako herbicidy mohou při nesprávném a nadměrném užívání kontaminovat půdu a vodu. Také hmyz se postupem času proti nim stává odolnější a je potřeba zvyšovat množství aplikovaných chemikálií.

Dalším z problémů je i fakt, že insekticidy nepůsobí nejen na hmyz ohrožující úrodu, ale prakticky na jakýkoliv hmyz nacházející se v dosahu obhospodařované plochy. Je tak ohrožena přirozená rozmanitost organismů.[13]

### 3.2.6.2 Insekticidy používané při pěstování konvenční bavlny

- Aldrin	$C_{12}H_8Cl_6$
- DDT	$C_{14}H_9Cl_5$
- Dieldrin	$C_{12}H_8Cl_6O$
- Endosulfan	$C_9H_6Cl_6O_3S$
- Endrin	$C_{12}H_8Cl_6O$
- Heptachlor	$C_{10}H_5Cl_7$
- Hexachlorbenzen	$C_6Cl_6$
- Hexachlorcyklohexan	$C_6H_6Cl_6$
- Lindan	$C_6H_6Cl_6$
- Methoxychlor	$C_{16}H_{15}Cl_3O_2$
- Mirex	$C_{10}Cl_{12}$
- Toxafen	$C_{10}H_{10}Cl_8$

## 4 Stockholmská úmluva

Jelikož jsou mnohé zmíněné chemikálie ve velkém množství škodlivé nejen pro životní prostředí, ale i pro lidi, je jejich používání opatřeno mezinárodní Stockholmskou úmluvou. Je to právně závazná mezinárodní dohoda, která si klade za cíl omezit, či zcela zakázat výrobu, užívání a vypouštění škodlivých chemikálií do životního prostředí.

Úmluva byla podepsána 23. května 2001 ve švédském Stockholmu po několikaletém vyjednávání pod patronátem UNEP (Programu OSN pro životní prostředí). Česká republika úmluvu podepsala i ratifikovala. 5. února 2002 byla úmluva schválena parlamentem a 26. srpna 2002 byly do sekretariátu úmluvy oficiálně doručeny ratifikační listiny. Úmluva vstoupila v platnost dne 17. května 2004.

Do 11. května 2007 úmluvu ratifikovalo 146 zemí světa a týká se těchto 12látek a jejich skupin:

- Aldrin	$C_{12}H_8Cl_6$
- DDT	$C_{14}H_9Cl_5$
- Dieldrin	$C_{12}H_8Cl_6O$
- Endrin	$C_{12}H_8Cl_6O$
- Heptachlor	$C_{10}H_5Cl_7$
- Chlordan	$C_{10}H_6Cl_8$
- Mirex	$C_{10}Cl_{12}$
- Toxafen	$C_{10}H_{10}Cl_8$
- Hexachlorbenzen (HCB)	$C_6Cl_6$
- Polychlorované bifenyly (PCB)	$C_{12}H_{10-x}Cl_x$

-Polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF) - zkráceně dioxiny a furan.[23]

## 5 Pěstování bio bavlny

Bio bavlna byla poprvé vypěstována na konci osmdesátých let v Turecku. Od té doby se její kontrolované pěstování rozšířilo do 22 zemí světa, mezi něž patří Egypt, Benin, Mali, Indie, Peru, Tanzanie, Čína a USA.

Bio bavlněné zemědělství je založeno na cyklickém obhospodařování půdy a co největším přiblížení přirozeným ekosystémům. Tudíž toto organické zemědělství je velmi odlišné od „klasického“ (současného, moderního, industriálního) zemědělství. Snaží se maximálně využívat přírodních postupů. Zcela se vyhýbá používání průmyslových hnojiv, pesticidů, které by ničily škůdce, defoliantů i moderní techniky v podobě sklízecích strojů atd. Pro zachování úrodnosti půdy využívá přírodní hnojiva a přírodní hnojení střídáním plodin. Také menší pole, na kterých je bio bavlna pěstována navazují na přirozené ekosystémy.[5],[24]

### 5.1 Průběh bio cyklu

Příprava půdy:

- příprava půdy k sázení. Aby měla půda dostatek živin a mohla vyživovat bavlníky, farmáři používají *statková* hnojiva (hnůj, kompost).
- kontrola stupně vlhkosti půdy.

Setí:

- kontrola půdní teploty.
- sázení v okamžiku, kdy je teplota půdy ideální pro to, aby semeno začalo klíčit. Tento moment nastává tehdy, když je teplota půdy 14°C, v hloubce min 10 cm, alespoň tři po sobě jdoucí dny.

Růstové období:

- probíhá neustálá kontrola vlhkosti půdy a její přihnojování *statkovými* hnojivy.
- kontrola napadení škůdci, nasazení *přirozených predátorů proti škůdcům* bavlny, *ruční odstraňování plevelů*.
- zavlažování, probíhá 4 – 5 krát ve 2-3týdenních intervalech.
- květenství, bavlník má krémová či růžové květy (záleží to na druhu bavlníku).
- po opylení se květy přemění v tobolek, ve kterých jsou semena, z nichž vyrůstají vlákna.

- až je tobolka plná vláken, praská.

Sklizeň:

- odborníci zkontrolují stav vláken a určí, zda je čas na sklizení.
- plánované *zastavení přívodu vody* – uschnutí listů bavlníků.
- *ruční sklizení* tobolek.
- převoz bavlny k vyzrání.

Konec sezony:

- třídění a klasifikace bavlny.
- farmáři připravují půdu na další sezonu. *Vysazování leguminóz*, rostlin, jejichž kořeny dovedou vázat vzdušný dusík. Ten pak přirozeně zúrodňuje půdu.[8]

## **5.2 Náhrady za chemikálie při pěstování bio bavlny**

### **5.2.1 Statková hnojiva**

Za statkové hnojivo je považován hnůj, hnojůvka, kejda, sláma i jiné zbytky rostlinného původu vznikající v zemědělské prvovýrobě, nejsou-li dále upravovány. Statková hnojiva jsou tvořena organickými látkami rostlinného nebo živočišného původu (sacharidy, celulóza, hemicelulóza, lignin, aminokyseliny, bílkoviny, auxiny aj.), obsahují také živiny (dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík aj.).

Po jejich užití v půdě vzniká humus a půdní zásoba živin. Proto jsou hlavním výrobním prostředkem bio zemědělství získaným z vlastních zdrojů, který zúrodňuje půdu a zvyšuje její produktivnost. Statková hnojiva jsou hnojiva objemová. Nachází se v nich nízká koncentrace živin, proto se jich musí používat velké množství na jednotku plochy (tuna až desítky tun na hektar). Dalším jejich obecným znakem je, že jimi vrátíme do půdy značnou část živin odebraných z půdy pěstováním a sklizní zemědělských plodin.

#### **5.2.1.1 Význam používání statkových hnojiv**

Statková hnojiva jsou univerzálními hnojivy. Obsahují kromě organických látek všechny rostlinné živiny, energii i uhlík pro půdní mikroorganismy, podmiňující biologickou činnost půdy. Dále dodávají půdě schopnost lépe jímat vodu, a pomáhat tak rostlinám překonávat období sucha, což je velkou výhodou právě u pěstování bavlny, jelikož bavlníky jsou rostliny velmi náročné na vodu a musejí se často zavlažovat. Právě díky zvýšené jímavosti vody je pak půda schopna déle odolávat erozi. Půda není tolik vysušenou a je těžší, nedochází k jejímu odnesení větrem ani vodou.[11]

### **5.2.2 Prostředky používané v bio zemědělství místo herbicidů**

Hubení plevelů není v bio zemědělství lehký úkol. Nejúčinnějším a také nejrychlejším způsobem je užití herbicidů. Od tohoto ničení nežádoucích rostlin je však upuštěno. Účinnou alternativou se zdá být nasazení speciálně vypěstovaného druhu hmyzu, který požírá plevel, a tím jej ničí. Další variantou boje proti plevelu je okopávání pozemků, což je způsob účinný, ale zdlouhavý.

### **5.2.3 Prostředky používané v bio zemědělství místo insekticidů**

Boj proti škůdcům je náročný, neboť bavlníky napadá velká řada hmyzu a škodí jim. Jelikož použití chemikálií je u bio bavlny nemyslitelné, je boj o to těžší. Avšak bio zemědělci si mohou v takzvaných rostlinných bankách zakoupit přirozené hmyzí predátory, což je vlastně hmyz požírající škůdce bavlny. Samotní predátoři pak bavlně nijak neškodí. Například molice *Bemisia argentifolii*, která způsobuje předčasné usychání bavlny, požírá parazitická vosička. Zemědělci mohou také využít pastí na hmyz, do kterých je lákán pomocí feromonů a zabíjen sprškami z insekticidního mýdla.[2],[19]

### **5.2.4 Prostředky používané v bio zemědělství místo defoliantů**

Odstranění listů u bavlníků těsně před sklizní je velmi důležité, neboť to usnadní farmářům sklizeň i v bio zemědělství. Chemické postřiky se v tomto případě nahrazují regulovaným zastavením zavlažování a následným vyživováním samotných vláken pomocí organických prostředků.

Poté, co bavlníky nedostávají potřebnou vláhu, jejich listy začínají usychat a opadávat. Zastavení přísunu vody se musí velmi pečlivě naplánovat a dohlížet na to, aby tento krok nijak nepoznamenal kvalitu samotných vláken. Předčasné odstavení bavlníků od vody by mohlo vážně poznamenat kvalitu celé úrody.[25]

## **6 Bio certifikáty**

Textil, který je vyroben ze surovin pocházejících z ekologicky kontrolovaného zemědělství, se označuje jako organický či bio textil. K jeho výrobě jsou užívány bio suroviny rostlinného původu (bavlna, konopí, len, juta, ramie, bambus, sója) nebo živočišného (vlna, hedvábí, kašmír, kůže).

U bio textilu není kontrolován pouze způsob pěstování suroviny, ale i výrobní proces, a to od výroby samotných vláken až po finální úpravy. Při zpracování bio textilu nejsou povoleny látky, u kterých je prokázáno, či je důvodné podezření, že působí jako

karcinogeny, negativně ovlivňují vývoj plodu či pohlavních orgánů nebo způsobují alergickou reakci.

Důležitá je i úspora energie při technologických procesech, avšak množství technologií je zakázáno. Nesmí se např. používat chlor, formaldehyd, azobarviva, zpomalovače hoření, enzymatické bělení, protimačkové či antibakteriální úpravy. Textilní doplňky jako jsou zipy, knoflíky a patenty či háčky nesmí v žádné podobě obsahovat chrom, nikl a jiné těžké kovy.

Kvůli snazší orientaci zákazníka na trhu s bio textilem existuje několik desítek certifikátů, zaručujících, že nakupované zboží je opravdu bio textilem a nejedná se o podvrh.

## 6.1 Nejvýznamnější certifikáty

Mezi nejvýznamnější organizace, které mají vytvořený kontrolní systém biotextilu patří:

- Organic Trade Association (OTA) - USA
- Soil Association – GB
- International Association Natural Textile Industry (IVN) – D
- Demeter – evropská mezinárodní organizace
- Krav – Skandinávie
- Japan Organic Cotton Association (JOCA) – J
- SKAL – NL

Organic Trade Association (OTA) rozlišuje tři úrovně bioznačení:



- „100% Organic“ – všechny komponenty pochází z kontrolovaného zemědělství.
- „Organic“ – 95 % z celkové váhy vláken jsou bio původu.
- Made with organic cotton (či název jiné biosuroviny), - 70 % z celkové

váhy vláken je bio.

Všechny tři značení deklarují, že při výrobě byly splněny přísné standardy pro ekologicky šetrnou výrobu, zakázány jsou GMO včetně Bt bavlny (geneticky upravovaná). Označení „Made with x % organic cotton (či jiné biosuroviny)“ musí ve výrobku obsahovat deklarovaný podíl.

Soil Association uveřejnila své standardy, které zahrnují produkci a zpracování přírodních vláken včetně kůže.

- „Organic“ - nejméně 95 % surovin v bio kvalitě (vyjma doplňků jako jsou knoflíky, patenty apod.), zbylých 5 % mohou tvořit jakákoliv vlákna pokud nejsou na seznamu nepovolených látek.



- „Made with xxx % organic materials“ - pokud bio suroviny tvoří 70 – 94 %.

Certifikované výrobky nesou logo Soil Association a doprovodný text, definující podíl bio suroviny ve výrobku.

International Association Natural Textile Industry (IVN), rozlišuje dva stupně Naturtextil:



- „IVN Certified BEST“

- „IVN Certified“



Oba certifikáty vychází z podobných pravidel jako Soil Association. Kontrola výroby textilu zde probíhá ve všech stupních – od sklizně suroviny, přes výrobu vláken, zpracování až po barvení a šití. Oděvní doplňky jako vycpávky, podšívky, všivky apod. musí být také stoprocentně přírodního původu a kovové části nesmí obsahovat nikl a chrom.

Certifikované výrobky nesou značku Naturtextil a Naturtextil Best.



Demeter – je jednou z nejstarších bio značek na světě, standardy pro certifikaci textilu byly zavedeny v roce 2002. Označuje produkty pocházející z biodynamického zemědělství a řadí se mezi nejaktivnější organizaci v bio zemědělském hnutí. Kontrolní systém vychází z pravidel IVN, vlákna však musí pocházet z biodynamického zemědělství. Certifikované výrobky nesou značku Demeter®.



KRAV - je skandinávská organizace a jako jediná ve svých standardech povoluje při výrobě textilu použití určitého množství formaldehydu a halogenovaných organických sloučenin.



Japan Organic Cotton Association (JOCA) – rozlišuje tři stupně značení:

- „pure“ pro biotextil nebarvený a bez potisků.

- „pure dyed/printed“ pro biotextil s potiskem nebo barvený.

- „blend“ pro látky obsahující více než 60 % biobavlny a méně než 40 % ostatních přírodních vláken nebo konvenční bavlny.

Syntetická vlákna jsou povolena v míře menší než 10 %.



Skal International Standards kontroluje všechny kroky od zpracování vláken po úpravu hotových oděvů. Použitá vlákna musí pocházet z ekozemědělské produkce (krom šicích nití), 5 % z celkové váhy může být syntetického původu. V celém procesu jsou zakázány látky škodlivé životnímu prostředí a lidem, dává se přednost mechanickým technikám zpracování, celkový

proces výroby musí ve srovnání s konvenční výrobou prokazatelně méně zatěžovat životní prostředí. Plnění sociálních standardů je podmínkou. Výrobky s touto certifikací jsou označené značkou EKO Sustainable Textile.

Global Organic Textile Standard, GOTS - v roce 2006 zveřejnil globální standardy, které mají výrobcům bio textilu zjednodušit obchodování po celém světě. Standardy kontrolují produkci, zpracování, balení, značení a transport a ve svých podmínkách vycházejí z nejznámějších bio textilních směrnic. Při certifikaci užívají dvoustupňové označení:

- „organic/organic-in conversion“ – výrobek obsahuje nejméně 95 % vláken certifikovaných jako bio nebo v konverzi. Méně než 5 % může obsahovat jiná vlákna včetně regenerovaných a syntetických.

- „made with x% organic material/made with x% organic-in conversion materials“ - materiály, které obsahují 70 % - 95 % certifikovaných bio vláken nebo vláken v konverzi, do 30% vlákna neorganického původu, z nichž maximálně 10 % (v USA 25 %) může být regenerovaných nebo syntetických.

Výrobky nemohou být zhotoveny ze směsných přízí (směsi bio a ne bio příze spřádané dohromady). Textilní doplňky by měly být z přírodních materiálů, nitě, knoflíky a zipy však mohou být i ze syntetiky. Také se nesmí používat vzácných dřevin, PVC, niklu, chromu. Řadu výrobních procesů, která se neslučují s principy ochrany životního prostředí a mají negativní vliv na lidské zdraví, je zakázána. Všichni certifikovaní zpracovatelé a výrobci musí splňovat sociální kritéria definovaná Mezinárodní organizací práce (ILO), což garantuje zajištění únosných sociálních podmínek primárním výrobcům a zpracovatelům.



Na výrobcích s certifikací GOTS se nacházejí loga pověřených certifikačních společností - IMO, Control Union Certifications či Soil Association Certification Ltd. – a text Global Organic Textile Standard s označením úrovně kvality.[6]



## 7 Bavlina a svět financí

Bavlina není významnou plodinou pouze pro textilní průmysl, ale velmi zásadně ovlivnila i svět financí. O této tématice pro [www.finance.cz](http://www.finance.cz) pojednává Petr Čermák.

Obchodování s bavlnou položilo základy moderním komoditním burzám. V průběhu průmyslové revoluce se s komoditou začalo intenzivně obchodovat, ale dodávky přes moře byly často nejisté co se týče množství a kvality, což způsobovalo fluktuace v cenách. Proto byly vytvořeny tzv. on arrival contracts. Dovozci vyslali svého člověka, zpravodaje, který přivezl informace o nákladu na cestě, rychlejší lodí. Poté se stanovila cena založená na datu předpokládaného příjezdu dodávky a prodali je továrnám, které musely čekat na příjezd nákladu. Tato metoda se brzy rozšířila a byla využívána i na jiné druhy produktů. Po vynalezení telegrafu se z on arrival kontraktů vyvinuly futures kontrakty. Bavlina se stala jedním z prvních obchodovaných futures kontraktů vůbec, se kterým se ve Spojených státech obchoduje již od roku 1870 (New York Cotton Exchange).

Od roku 1940 poptávka po bavlně neustále roste zhruba o 2 % za rok. O podobné množství ročně roste i samotná produkce bavlny. Nyní největšími spotřebiteli bavlny jsou země, které jsou současně jejími největšími producenty. Na prvním místě je Čína, dále pak Spojené státy, Indie a Pákistán. Celosvětová spotřeba by se měla v marketingovém roce 2008/09 pohybovat na úrovni 26,9 milionů tun. Kolem 60 % světové produkce bavlny je využito v textilním průmyslu. Dále se používá při výrobě rozličných produktů pro domácnost a v neposlední řadě i v průmyslu.

Výsledná cena bavlny na trzích je ovlivněna řadou faktorů, nejdůležitější je vztah mezi nabídkou a poptávkou. Nabídku ovlivňuje počasí, které může příznivě či nepříznivě ovlivnit úrodu, škůdci a různé choroby, dále také politické prostředí v jednotlivých zemích a především pak úroveň dotací zemědělcům a vývozní cla. Výkyvy v poptávce nejsou nijak markantní. Úroveň spotřeby bavlny ovlivňuje i poptávka po substitutech což jsou např. syntetická vlákna, jejichž ceny jsou ovlivněny cenami ropy. Vyšší cena syntetických vláken zvyšuje poptávku po bavlně. Ropa má však vliv i na bavlnu, protože zvýšení ceny ropy zapříčiní zvýšení ceny i pesticidů a umělých hnojiv používaných při pěstování bavlny.[7]

## 7.1 Ceny bavlny

Ceny bavlny na burzách jsou značně kolísavé, záleží na spoustě faktorů, jako je například počasí, předpokládaná poptávka a nabídka, státní dotace, cla, investoři atd.

V závěru 19. týdne roku 2009 se cena konvenční bavlny na burze ICE Futures vyšplhala nejvýše za posledních sedm měsíců. V pátek 8.5.2009 posilovala již osmý den v řadě. Vzestup byl způsoben zvýšením finančních investic od institucionálních investorů. Avšak cena se nezvyšovala pouze u bavlny, ale i u jiných komodit.

Kontrakt bavlny, která by měla být dodána v červenci, si v pátek polepšil o 0,97 centu (1,6 %) na 59,85 centů za libru, což je nejvyšší dosažená hodnota od 29. září 2008. Cena bavlny byla na vzestupu již šestý týden po sobě. A od začátku roku 2009 vzrostla její cena o více než 20 %.

Ceny konvenční a bio bavlny se od sebe liší. Bio bavlna je zhruba dvakrát dražší než konvenční bavlna. Je to způsobeno tím, že organické pěstování je daleko náročnější, jak časově, tak manuálně. Vyžaduje více práce, neboť téměř všechny úkony při pěstění jsou prováděny ručně. Vyšší cena bio bavlny je také způsobena její nízkou produkcí (zhruba 0,14% z celkové světové produkce bavlny), protože menší množství přepravované suroviny má za následek vyšší náklady na dopravu v přepočtu na jednotku. Stroje v továrnách při zpracování bio bavlny pak nepracují na nepřetržitý provoz, a tím se zdražuje práce.

I přes vyšší ceny poptávka po bio bavlně neustále roste, značky produkující bio textil zaznamenávají každý rok zvyšující se tržby, a to až o 15 %. K největším odběratelům bio bavlny a tedy i producentům bio textilu patří Nike, Patagonia a Coop. Bio móda ovšem pronikla i do známých módních domů, jako je H&M, Marks & Spenser a C&A.[3],[16]

## 8 Experimentální část

Cílem experimentální části bylo navrhnout a provést experimenty, kterými by se prokázala odlišnost vlastností bavlny konvenční a bio bavlny. Jako nejvhodnější experimenty se zdálo být posouzení délky, zralosti a mechanických vlastností vláken. Dále byl také proveden experiment, který měl dokázat, či popřít přítomnost chemikálií v bavlněných vláknech.

Vyjmenované zkoušky byly prováděny na třech vzorcích surové bavlny. Prvním vzorkem byla bio bavlna pocházející ze Senegalu, odrůdy Sigals, kterou univerzitě poskytl její zahraniční student afrického původu Iba Gaye. Bio bavlna je v Senegalu pěstována pro společnost SODEFITEX na polích menší rozlohy s ohledem na všechny zásady bio zemědělství, tudíž je certifikována. Druhým vzorkem je stejná odrůda bavlny, tedy Sigals, pěstována pro tutéž společnost v téže lokalitě konvenčním způsobem. Jako třetí vzorek byla zvolena konvenční bavlna jiné odrůdy, aby se provedením zkoušek na tomto vzorku vyloučila přítomnost abnormalit odrůdy Sigals.

### 8.1 Délka vláken

Vláknem je útvar délkový a jeho délka se definuje jako vzdálenost konců napřímeného vlákna bez obloučků a napětí. Zejména u bavlny je tato vlastnost jedním z důležitých parametrů při hodnocení jakosti. Také je k ní přihlíženo při směsování bavlny s jinými druhy vláken. Jelikož se jedná o přírodní surovinu, jednotlivá bavlněná vlákna mají různé délky, jsou nestejněměrná, na rozdíl od syntetických vláken, jejichž délka je jednotná.

Pro bavlnu existují dva třídící systémy:

- krátkovláknenná a středněvláknenná bavlna - Amerika, Mexiko, Peru, Brazílie, Turecko, Řecko, Sýrie, Rusko, Čína.

- dlouhovláknenná bavlna - Egypt, Súdán, Maroko, Sýrie, Irán, Austrálie, Indie, Pákistán, Peru.

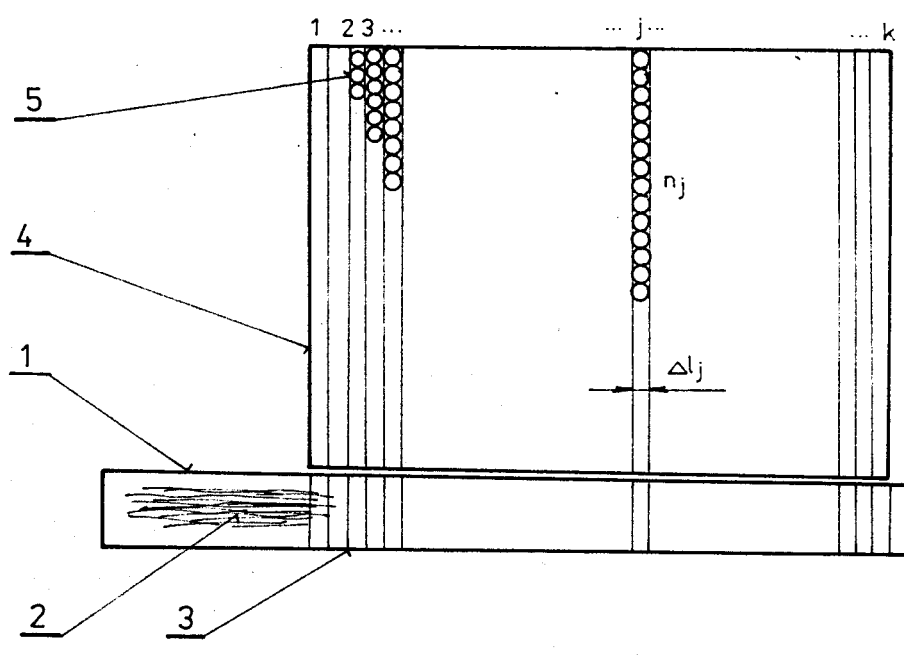
Kvůli vyšší pevnosti vlákna a efektivitě zpracování se postupně přechází na pěstování krátkovláknenné bavlny.

Základním grafickým vyjádřením délky bavlněných vláken je staplový diagram, z něhož se poté vypočítává množství krátkých vláken nevhodných pro tvorbu příze.[20][22]

### 8.1.1 Průběh experimentu

Délka vláken vzorků bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals byla zjišťována tzv. metodou kladeného staplu. Nejdříve byla vlákna ve vložce urovňována na společnou základnu v hřebenovém poli, poté byla po předepsaných délkách (5 mm) vytahována a urovňována na sametovou podložku. Tato podložka tvoří pomyslnou osu  $x$ . Nejdříve byla vytahována vlákna nejdelší, poté kratší a nejkratší až naposled. Kolem délek seřazených vláken byla obkreslena křivka kladeného staplového diagramu. Osa  $x$  znázorňuje počet vláken, resp. pravděpodobnost výskytu délek vláken  $P(l)$  a osa  $y$  jejich délku  $l$ .

Délka vláken u třetího vzorku (konvenční bavlna) byla měřena přímou metodou (měří se délky jednotlivých vláken) pomocí třídícího kuličkového přístroje (viz obr.1). Bavlněná vložka se vloží do čelistí přístroje a jednotlivá vlákna jsou vytahována tak dlouho, až druhý konec opustí svěr čelistí. Poté se stlačí určitá klávesnice a za každou konkrétní délku vypadne do drážky kulička. Tímto způsobem se načítají absolutní četnosti délek vláken a jsou získávány první informace o jejich rozdělení formou histogramu absolutních četností. Aby se údaje mohly statisticky zpracovat a vytvořit staplový diagram, musí se absolutní četnosti  $n_j$  převést na četnosti relativní  $f_j$  a dále pracovat s nimi (data z měření jsou uvedena v příloze). Staplový diagram byl překreslen, aby bylo možno jej rozebrat obvyklou grafickou metodou.

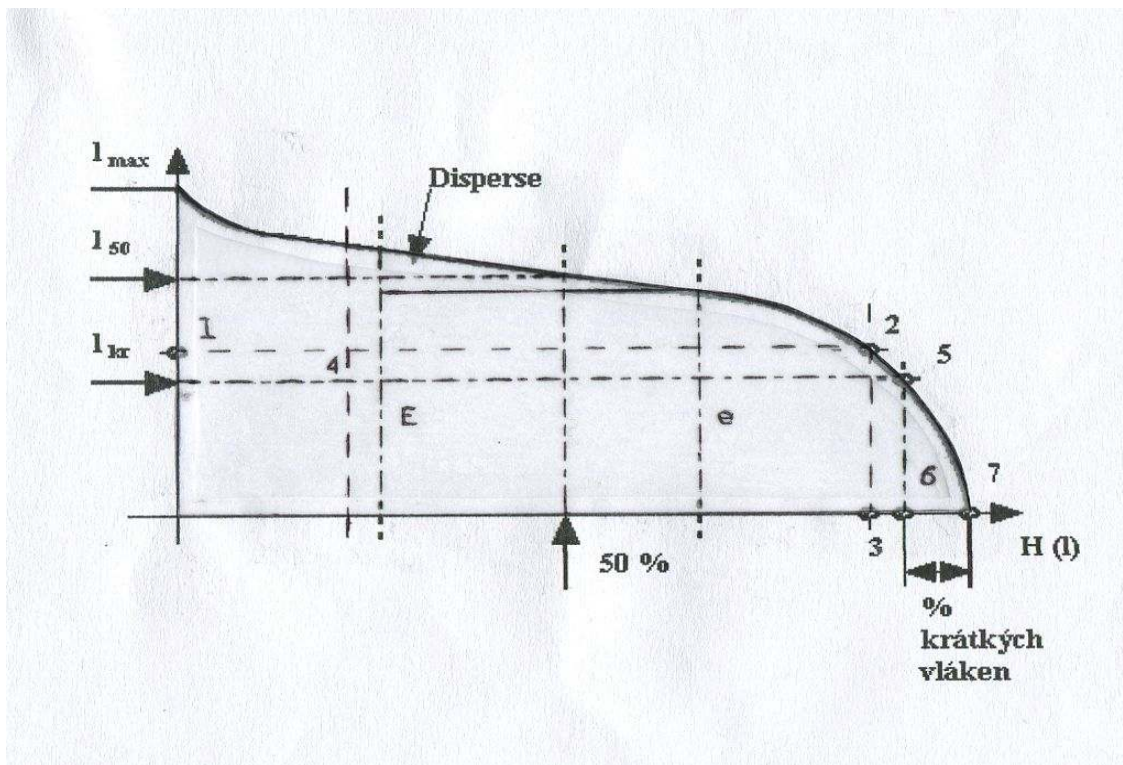


Obr. 1 Třídící kuličkový přístroj

Vysvětlivky:

- 1 svěr čelistí
- 2 vlákna ve vložce
- 3 klávesa
- 4 drážka (třída)
- 5 kulička
- j číslo třídy
- $l_j$  třídni znak
- $n_j$  absolutní četnost

### 8.1.2 Grafický rozbor kladeného staplového diagramu



Obr. 2 Grafický rozbor staplové křivky bavlny

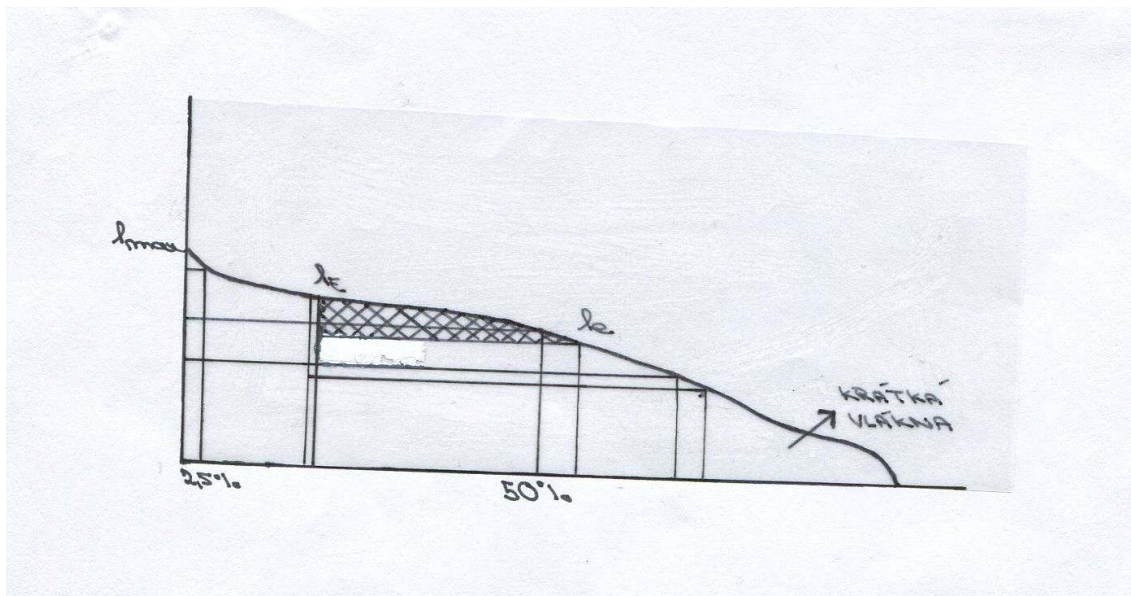
Při grafickém rozboru kladeného staplového diagramu je vycházeno z bodu 1. Ten je zjištěn výpočtem ze vztahu -  $l_{\max}/2$ . Po znázornění bodu do diagramu se z něj vede rovnoběžka s osou  $H(l)$ . Po průtnutí přímkou se staplovou křivkou je dosaženo bodu 2. Dále je sestrojena kolmice z bodu 2 na osu  $H(l)$  a následně je získán bod 3. Ve vzdálenosti  $1/4$  délky přímky 03 je vztyčena kolmice a v  $1/2$  její délky je zakreslen bod 4. Z něj je opět vedena rovnoběžka s osou  $H(l)$ , jejím průtutím se staplovou křivkou je vytvořen bod 5. Poté je spuštěna kolmice na osu  $H(l)$  a zakreslen bod 6. V  $1/4$  vzdálenosti 06 je tzv. velká efektivní délka E. Ve vzdálenosti  $3/4$  06 je tzv. malá efektivní délka e. Rozdíl mezi oběma efektivními délkami je tzv. disperse definovaná vztahem:

$$D = \frac{E - e}{E} 10^2 \quad [\%] \quad (1)$$

Procento krátkých vláken je stanoveno pomocí vypočtu:[14]

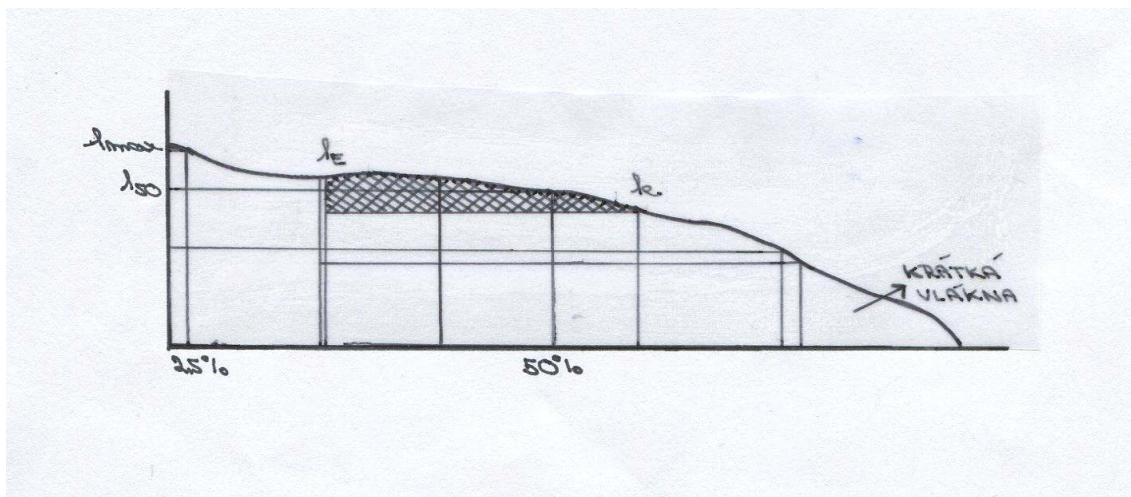
$$K = \frac{\overline{67}}{\overline{07}} 10^2 \quad [\%] \quad (2)$$

### 8.1.3 Staplový diagram bio bavlny Sigals



Obr. 3 Staplový diagram bio bavlny Sigals

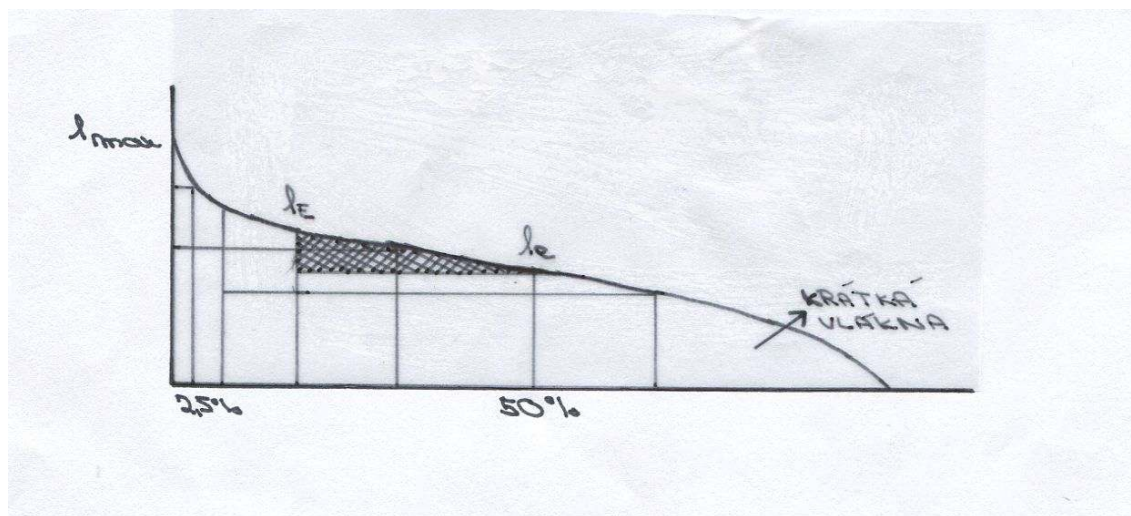
### 8.1.4 Staplový diagram konvenční bavlny Sigals



Obr. 4 Staplový diagram konvenční bavlny Sigals



### 8.1.5 Staplový diagram konvenční bavlny



Obr. 5 Staplový diagram konvenční bavlny

### 8.1.6 Zhodnocení experimentu

Ze staplových diagramů lze vyčíst jasné výsledky. Vlákna nejmenších délek obsahoval vzorek konvenční bavlny. Nejdelší vlákna se nacházela ve vzorku konvenční bavlny Sigals. Délka vláken bio bavlny Sigals byla jen nepatrně menší než délka vláken konvenční bavlny téže odrůdy. Lze tedy konstatovat, že organický způsob pěstování bavlny nijak neovlivňuje délkové vlastnosti vláken.

Jelikož se mohou jednotlivé druhy bavlny od sebe svou délkou lišit, bylo dospěno k závěru, že právě toto je důvod, proč staplový diagram konvenční bavlny vykazuje odlišnosti od zbylých dvou vzorků bavlny odrůdy Sigals. Je velmi nepravděpodobné, že výsledky by mohly být ovlivněny metodou, kterou byl experiment proveden. Délka vláken konvenční bavlny byla měřena pomocí třídícího kuličkového přístroje, avšak diagram byl překreslen podle všeobecných pravidel, tudíž by výsledky neměly být ovlivněny tímto faktem.

## 8.2 Zralost vláken

Další důležitou vlastností je zralost bavlněných vláken. Ta se posuzuje podle tvaru vlákna a tloušťky stěny. Není možné, aby všechna vlákna byla zralá. Vždy se mezi vlákny nachází určité množství vláken nezralých a mrtvých. Mrtvá vlákna jsou předčasně odumřelá vlákna, k čemuž dochází působením klimatických změn nebo kvůli napadení škůdci.

Obecně platí, že tloušťka stěny zralých vláken dosahuje rozmezí 5 - 6  $\mu\text{m}$ , nezralé vlákno má tloušťku stěny kolem 1  $\mu\text{m}$  a u mrtvého vlákna tento rozměr nedosahuje ani 1  $\mu\text{m}$ . [22]

### 8.2.1 Provedení experimentu

Z bavlněných vláken byly zhotoveny vláknenné svazky zalité do lepidla. Po zatvrdnutí lepidla byl ze svazku vsunutím do destičky a precizním seříznutím připraven preparát příčného řezu, který byl zkoumán pomocí systému analýzy obrazu LUCIA.

Nejdříve byly pořízeny fotografie průřezů a poté se pomocí speciálních digitálních funkcí přístroje změřil obvod jednotlivých bavlněných vláken (výsledky měření jsou uvedeny v přílohách).

Při měření zralosti vláken bylo vycházeno z metody tzv. stanovení stupně plnosti, který udává poměr plochy průřezu k ploše kruhu o průměru stejném jako je tloušťka vlákna. Platí tedy, že čím více je plocha průřezu vlákna shodná s plochou kruhu o stejném průměru jako vlákno, vlákno je zralejší. A naopak, čím méně je plocha průřezu vlákna shodná s plochou kruhu o stejném průměru, je vlákno méně zralé. Toto tvrzení je definováno vztahem:

$$s_p = \frac{127,32 F}{D} \quad [\%] \quad (3)$$

Vysvětlivky:

F plocha průřezu vlákna

D průměr kružnice opsané kolem průřezu vlákna

Po dokončení měření byla získaná data jednotlivých vzorků bavlny zpracována do třídících tabulek (viz tab. I, II, III) a poté byla vyhodnocena v programu QC.Expert. Došlo také k vzájemnému porovnání stupně zralosti vláken.

### 8.2.2 Třídící tabulky a histogramy

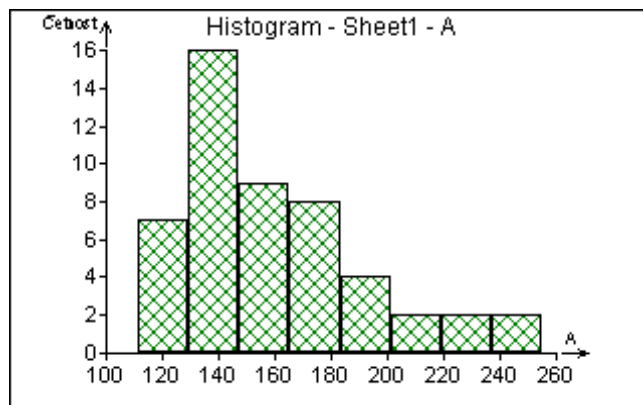
#### Bio bavlna Sigals

Tab. I Třídící tabulka - stupeň zralosti bio bavlny Sigals

j	$s_{jd} - s_{jh}$	$s_j$	$n_j$	$s_j n_j$	$s_j^2 n_j$	$f_j$	$F_j$
1	111 - 123	117	4	468	54756	8	8
2	123 - 135	129	8	1032	133128	16	24
3	135 - 147	141	11	1551	218691	22	46
4	147 - 159	153	5	765	117045	10	56
5	159 - 171	165	8	1320	217800	16	72
6	171 - 183	177	4	708	125316	8	80
7	183 - 195	189	3	567	107163	6	86
8	195 - 207	201	3	603	121203	6	92



9	207 - 219	213	0	0	0	0	92
10	219 - 231	225	2	450	101250	4	96
11	231 - 243	237	0	0	0	0	96
12	243 - 255	249	1	249	62001	2	98
13	255 - 267	261	1	261	68121	2	100

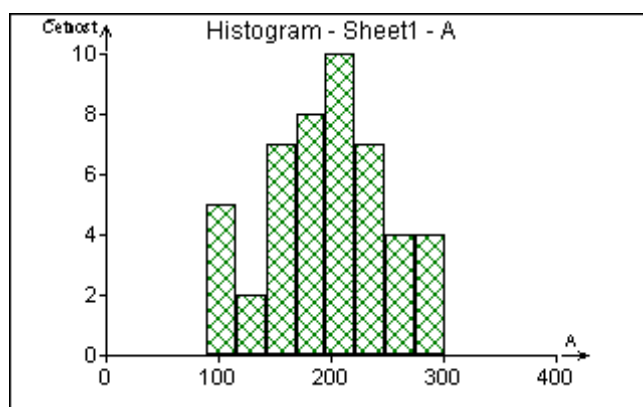


Obr. 6 Histogram stupně zralosti bio bavlny Sigals

### Konvenční bavlna Sigals

Tab. II Třídící tabulka - stupeň zralosti konvenční bavlny Sigals

j	$s_{jd} - s_{jh}$	$s_j$	$n_j$	$s_j n_j$	$s_j^2 n_j$	$f_j$	$F_j$
1	89 - 106	97,5	4	390,0	38025,00	8,5	8,5
2	106 - 123	114,5	1	114,5	13110,25	2,1	10,6
3	123 - 140	131,5	1	131,5	17292,25	2,1	12,7
4	140 - 157	148,5	6	891,0	132313,50	12,8	25,5
5	157 - 174	165,5	5	827,5	136951,25	10,6	36,1
6	174 - 191	182,5	4	730,0	133225,00	8,5	44,6
7	191 - 208	199,5	4	798,0	159201,00	8,5	53,1
8	208 - 225	216,5	9	1948,5	421850,25	19,1	72,2
9	225 - 242	233,5	4	934,0	218089,00	8,5	80,7
10	242 - 259	250,5	3	751,5	188250,75	6,4	87,1
11	259 - 276	267,5	3	802,5	214668,75	6,4	93,5
12	276 - 293	284,5	1	284,5	80940,25	2,1	95,6
13	293 - 310	301,5	2	603,0	181804,50	4,4	100,0

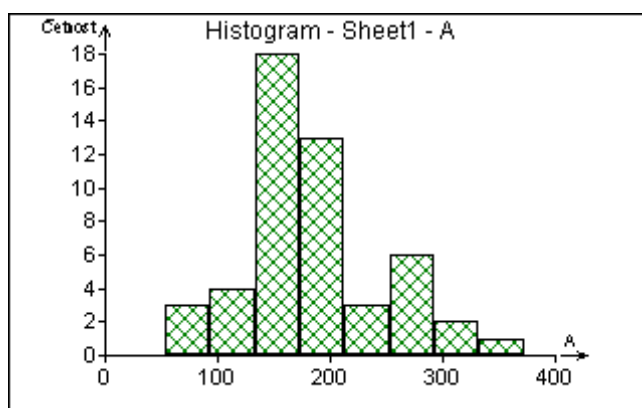


Obr. 7 Histogram stupně zralosti konvenční bavlny Sigals

## Konvenční bavlna

Tab. III Třídící tabulka - stupeň zralosti konvenční bavlny

j	$s_{jd} - s_{jh}$	$s_j$	$n_j$	$s_j n_j$	$s_j^2 n_j$	$f_j$	$F_j$
1	53 - 79	66	1	66	4356	2	2
2	79 - 105	92	3	276	25392	6	8
3	105 - 131	118	3	354	41772	6	14
4	131 - 157	144	11	1584	228096	22	36
5	157 - 183	170	11	1870	317900	22	58
6	183 - 209	196	7	1372	268912	14	72
7	209 - 235	222	5	1110	246420	10	82
8	235 - 261	248	1	248	61504	2	84
9	261 - 287	274	3	822	225228	6	90
10	287 - 313	300	3	900	270000	6	96
11	313 - 339	326	1	326	106276	2	98
12	339 - 365	352	0	0	0	0	98
13	365 - 391	378	1	378	142884	2	100



Obr. 8 Histogram stupně zralosti konvenční bavlny

Použité výpočty:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

$$\Delta_x = 0,08 R \quad [\text{mm}] \quad (5)$$

$$f_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^k n_j} 10^2 = \frac{n_j}{n} 10^2 \quad [\%] \quad (6)$$

$$F_j = f \left( \sum f_j \right) \quad [\%] \quad (7)$$

## 8.2.3 Statistické údaje

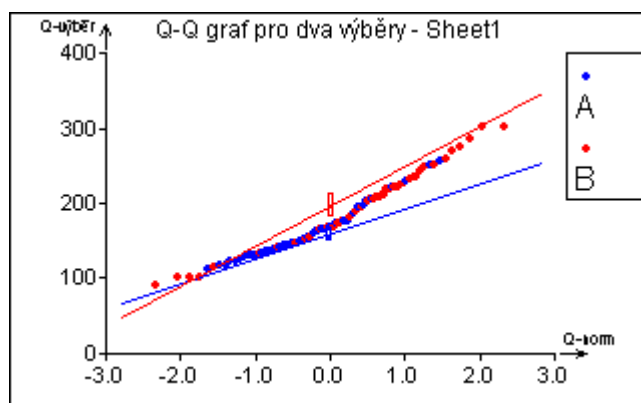
Tab. IV Statistické údaje - stupeň zralosti jednotlivých vzorků bavlny

	bio bavlna Sigals	konvenční bavlna Sigals	konvenční bavlna
Průměrná hodnota zkoušek	159,234	196,5902128	184,8708
Spodní mez zkoušek	149,7162162	181,0170819	166,449489
Horní mez zkoušek	168,7517838	212,1633437	203,292111
Rozptyl	1121,587441	2813,242863	4201,482244
Směrodatná odchylka	33,4901096	53,04001191	64,81884174
Modus	130,5909412	220,4187589	152,2053255
Medián	149,43	204,76	173,69
IS spodní	136,8391647	181,5034397	156,464753
IS horní	162,0208353	228,0165603	190,915247

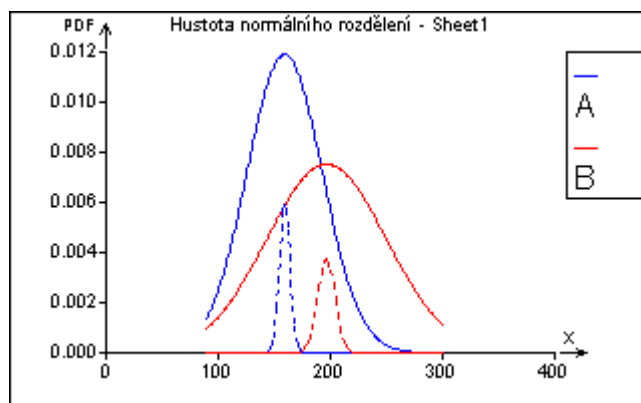
## 8.2.4 Grafické porovnání stupně zralosti vzorků bavlny

Rozdílné stupně zralosti byly posouzeny porovnáním dvou výběrů ve statistickém softwaru QC Expert.

### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna Sigals



Obr. 9 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals



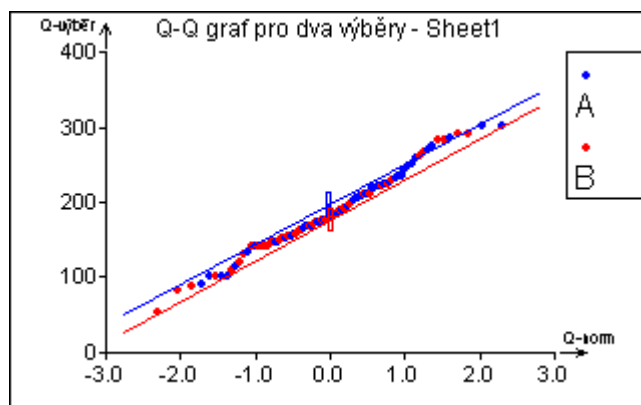
Obr. 10 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals

Vysvětlivky:

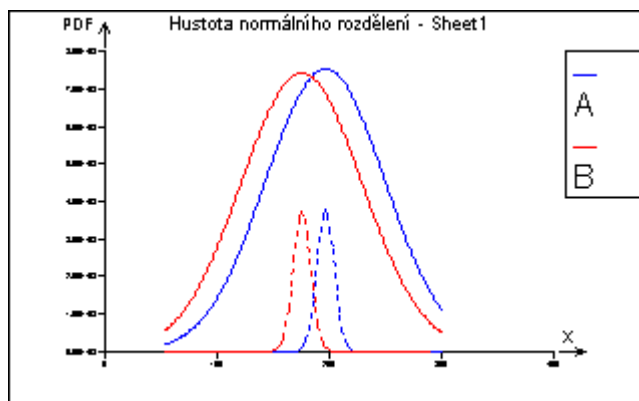
- A bio bavlna Sigals
- B konvenční bavlna Sigals

Z grafů a protokolů bylo stanoveno, že průměry jsou rozdílné a konvenční bavlna Sigals je zralejší než bio bavlna Sigals.

### Konvenční bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 11 Porovnání stupně zralosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny



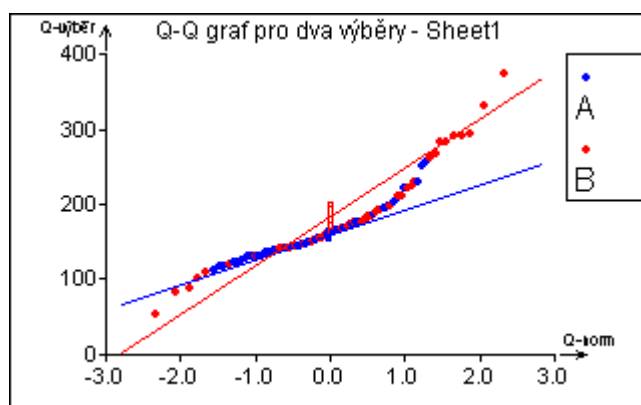
Obr. 12 Porovnání stupně zralosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

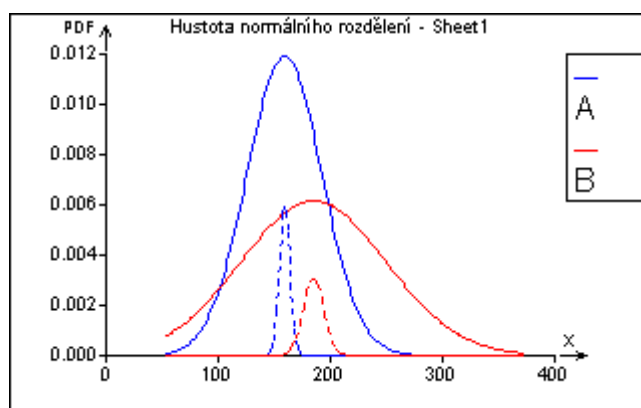
- A konvenční bavlna Sigals
- B konvenční bavlna

Z grafů a protokolů bylo stanoveno, že konvenční bavlna Sigals je nepatrně zralejší než konvenční bavlna.

### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 13 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny



Obr. 14 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

A bio bavlna Sigals  
B konvenční bavlna

Z grafů i protokolů bylo zjištěno, že konvenční bavlna je zralejší než bio bavlna Sigals.

### 8.2.5 Zhodnocení experimentu

Po provedení experimentu, porovnání výsledků a grafů bylo zjištěno, že nejvyšší zralosti dosahuje vzorek konvenční bavlny Sigals, konvenční bavlna je nepatrně méně zralá než konvenční bavlna Sigals. Nejmenší zralosti však dosahuje vzorek bio bavlny Sigals.

## 8.3 Mechanické vlastnosti vláken

Jelikož mechanické vlastnosti vláken hrají velkou roli při jejich zpracování, jsou zařazovány mezi vlastnosti zpracovatelské. Jsou vlastně jakousi odezvou na mechanické namáhání vláken vnějšími silami.

Při zpracování na vlákno působí vždy několik sil najednou, tedy v kombinaci. Pokud provádíme experiment v laboratorních podmínkách, na vlákno působí vždy jen jedna síla, neboť se namáhání jednotlivých sil zkoumá zvlášť.

Při namáhání dochází k deformaci vlákna (ke změně délky). Tato změna je závislá na několika faktorech, a to na:

- velikosti zatížení
- rychlosti namáhání
- době trvání

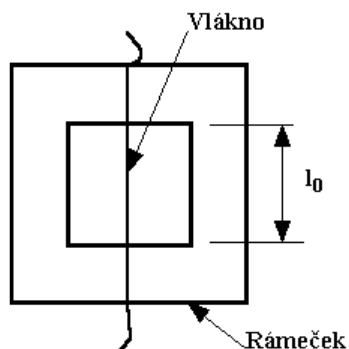
Mechanické vlastnosti charakterizují jejich ultimativní (mezní, okrajové) znaky, kterými jsou:

- pevnost (síla do přetrhu)	$F_{\max}$ [N]
- napětí do přetrhu	$\sigma$ [Pa]
- protažení do přetrhu	$\Delta l$ [mm]
- tažnost (deformace do přetrhu)	$\varepsilon$ [%]
- relativní pevnost	$f$ [N/tex]
- tržná délka	$l_T$ [m]

### 8.3.1 Průběh experimentu

V laboratorních podmínkách byl proveden experiment, při kterém se posuzovaly mechanické vlastnosti vláken, kdy vnější síly působily na tah. Odezvu materiálu na toto namáhání nazýváme pevností v tahu.

Pevnost v tahu vláken byla zkoušena na přístroji pro definované namáhání vzorků a registraci síly a deformace (natažení), dynamometru nebo-li trhacím stroji. Jako přístroj pro zjištění pevnosti a tažnosti byl použit dynamometr LabTest 2.10. Bylo provedeno padesát měření na každém ze tří vzorků bavlny. Jednotlivá vlákna byla zalepena do čtvercových papírových rámečků (viz obr.15). Poté se vlákna i spolu s rámečky upnula do čelistí trhacího stroje. Strany rámečku se před zkouškou přestříhly, aby nedošlo k porušení vlákna.



Obr. 15 Rámeček pro upnutí vláken

Vysvětlivky:

$l_0$  upínací délka

Při experimentu šlo o zjištění meze pevnosti vláken, proto bylo vlákno zatěžováno až do destrukce, tedy přetrhu vzorku. K přetrhu vlákna dochází vždy v jeho nejslabším místě. Pokud se zatěžuje vzorek o malé délce, je pravděpodobnost, že se zde vyskytne slabé místo daleko menší než u vzorku s větší délkou. Proto je nutné dodržovat normovanou upínací délku  $l_0$  [mm], stanovenou pro každý druh textilie. Důležitým faktorem je také rychlost zatěžování vzorku v průběhu zkoušky. Čím rychleji se vzorek zatěžuje, tím méně času zbývá na přeskupení vnitřních sil materiálu. S vyšší rychlostí zatěžování roste pevnost a klesá tažnost. Proto i rychlost zatěžování podléhá normám.

Upínací délka pro bavlněné a bio bavlněné vzorky byla stanovena na 10 mm a rychlost zatěžování na 10 mm/min. Bylo provedeno padesát měření na každém z bavlněných vzorků. Trhací přístroj po provedení zkoušek výsledky (doložené v příloze) statisticky vyhodnotil (viz tab. V, VI, VII). Výsledky byly dále porovnány pomocí programu QC.Expert pro lepší posouzení a znázornění odlišnosti či neodlišnosti mechanických vlastností různých druhů bavlny ( viz obr. 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27).[14]

Největší důraz byl při experimentu kladen na zjištění tažnosti **A** a pevnosti **F** u každého jednotlivého vzorku bavlny, jelikož jsou to základní charakteristiky všech typů vláken. Pevnost je definována jako relativní síla (do přetrhu) vlákna a tažnost jako deformace vlákna do jeho přetrhu.

### 8.3.2 Statistické údaje

#### Bio bavlna Sigals

Tab. V Statistické údaje mechanických vlastností bio bavlny Sigals

STAT	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	MPa	Mpa	%	N	sec
Počet zkoušek	50	50	50	50	50	50	50
Průměrná hodnota zkoušek	0,51	0,0422	1,654	1,65	5,13	0,04	3,43
Směrodatná odchylka zkoušek	0,21	0,01755	0,7171	0,72	2,06	0,02	1,38
Variační koeficient zkoušek	40,18	41,58418	43,3531	43,35	40,18	41,58	40,23
Minimální hodnota zkoušek	0,15	0,01108	0,5397	0,54	1,52	0,01	1,1
Maximální hodnota zkoušek	1	0,1048	3,2905	3,29	9,98	0,1	6,7

#### Konvenční bavlna Sigals

Tab. VI Statistické údaje mechanických vlastností konvenční bavlny Sigals

STAT	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	Mpa	Mpa	%	N	sec
Počet zkoušek	50	50	50	50	50	50	50
Průměrná hodnota zkoušek	0,54	0,04532	1,6318	1,63	5,43	0,05	3,5
Směrodatná odchylka zkoušek	0,20	0,01506	0,883	0,88	1,98	0,02	1,27
Variační koeficient zkoušek	36,41	33,22796	54,1153	54,12	36,41	33,23	36,3
Minimální hodnota zkoušek	0,27	0,0131	0,6354	0,64	2,66	0,01	1,7
Maximální hodnota zkoušek	0,99	0,09455	5,3821	5,38	9,93	0,09	6,36

#### Konvenční bavlna

Tab. VII Statistické údaje mechanických vlastností konvenční bavlny

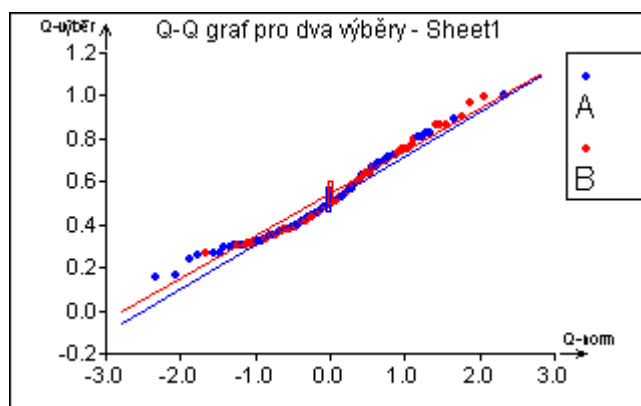
STAT	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	Mpa	Mpa	%	N	sec
Počet zkoušek	50	50	50	50	50	50	50
Průměrná hodnota zkoušek	0,58	0,0448	1,3598	1,36	5,81	0,04	3,71
Směrodatná odchylka zkoušek	0,22	0,01496	0,5505	0,55	2,22	0,01	1,41
Variační koeficient zkoušek	38,27	33,39179	40,4803	40,48	38,27	33,39	38
Minimální hodnota zkoušek	0,25	0,01325	0,3535	0,35	2,55	0,01	1,64
Maximální hodnota zkoušek	1,36	0,07747	2,644	2,64	13,64	0,08	8,38



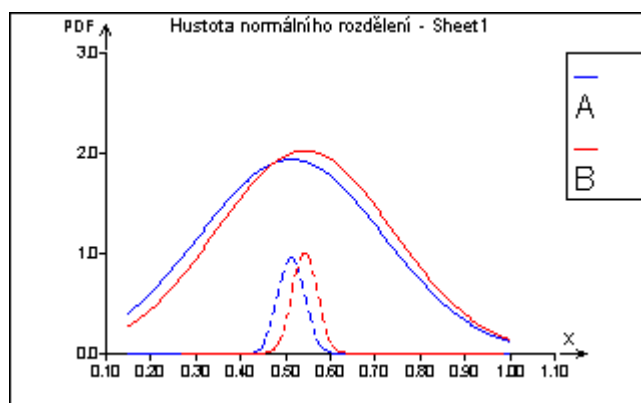
### 8.3.3 Grafické porovnání výsledků tažnosti

Rozdílné hodnoty tažnosti byly posouzeny –porovnáním dvou výběrů ve statistickém softwaru QC Expert.

#### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna Sigals



Obr. 16 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals



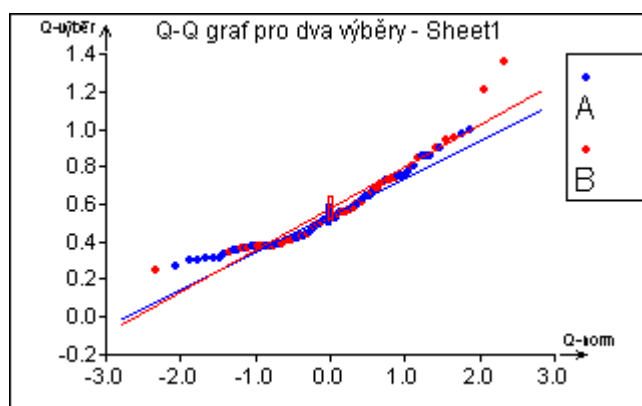
Obr. 17 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals

Vysvětlivky:

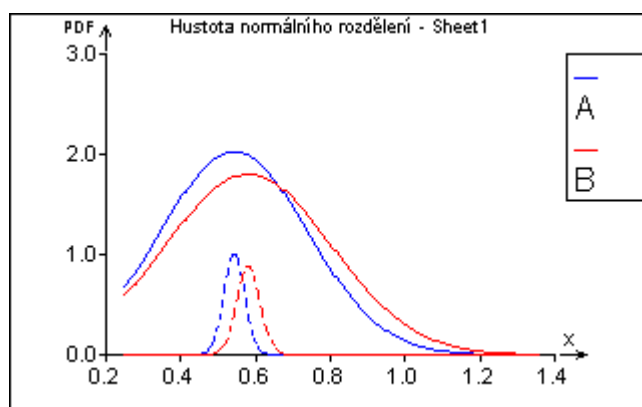
- A bio bavlna Sigals
- B konvenční bavlna Sigals

Jelikož bio bavlna Sigals a konvenční bavlna Sigals dosahovaly při měření téměř stejných hodnot, nebylo překvapením, že i po grafickém porovnání bylo stanoveno, že tažnosti těchto vzorků jsou téměř stejné.

### Konvenční bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 18 Porovnání tažnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny



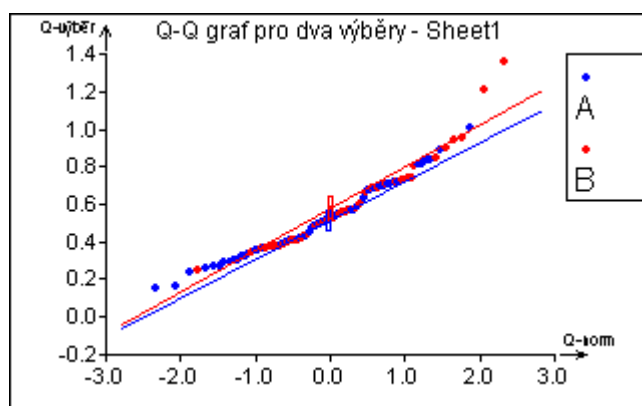
Obr. 19 Porovnání tažnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

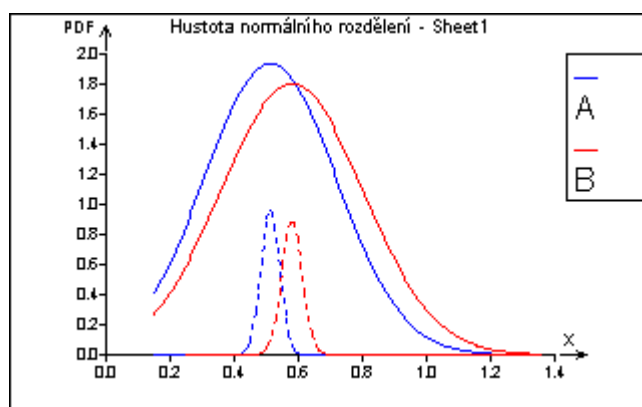
A konvenční bavlna Sigals  
B konvenční bavlna

Z protokolů a grafů vyplývá, že konvenční bavlna dosahuje vyšší tažnosti než konvenční bavlna Sigals.

### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 20 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny



Obr. 21 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

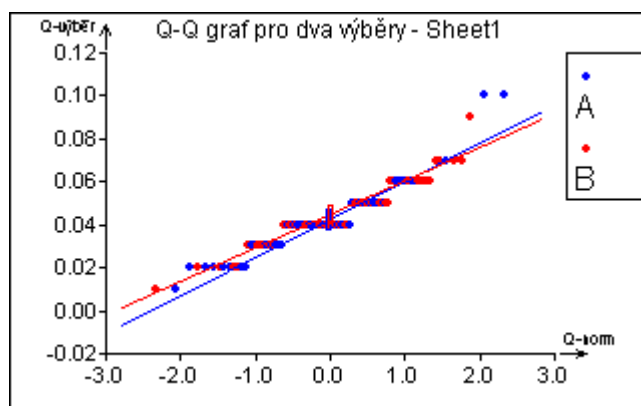
A bio bavlna Sigals  
B konvenční bavlna

Porovnáním výsledných hodnot a grafického znázornění bylo dosaženo závěru, že konvenční bavlna vykazuje vyšší tažnost než bio bavlna Sigals.

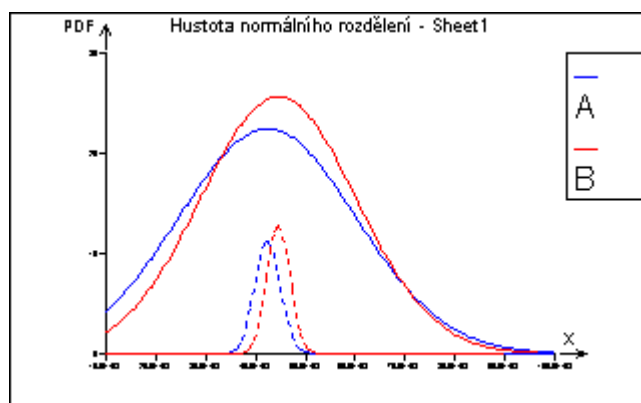
### 8.3.4 Grafické porovnání výsledků pevnosti

Rozdílné hodnoty pevnosti byly posouzeny – porovnáním dvou výběrů ve statistickém softwaru QC Expert.

#### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna Sigals



Obr. 22 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals



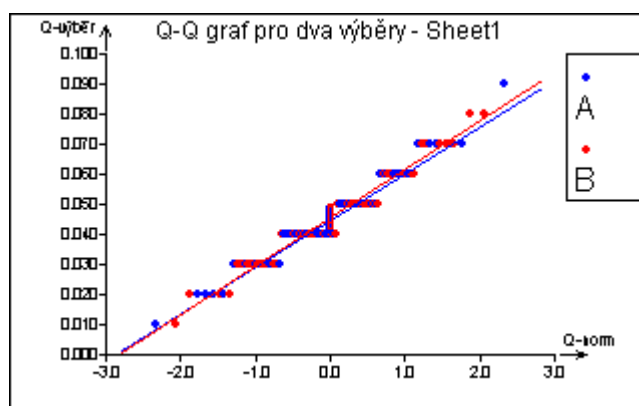
Obr. 23 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals

Vysvětlivky:

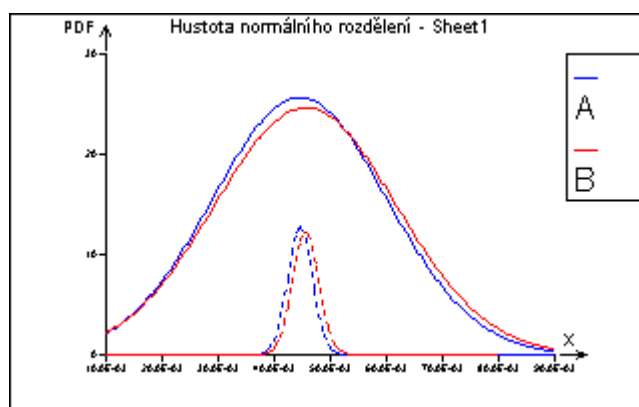
- A bio bavlna Sigals
- B konvenční bavlna Sigals

Po porovnání výsledků měření a posouzení grafického znázornění bylo dospěno k závěru, že pevnost bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals je téměř stejná.

### Konvenční bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 24 Porovnání pevnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny



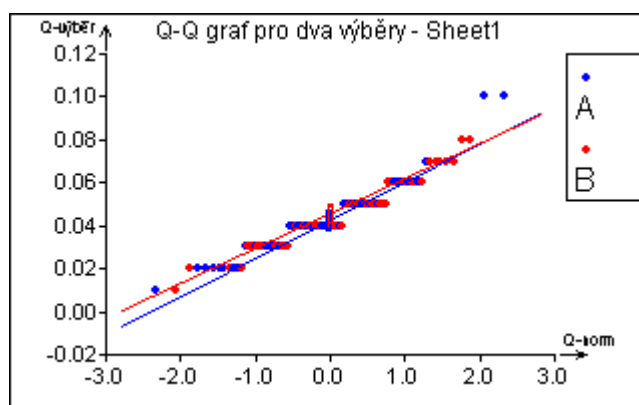
Obr. 25 Porovnání pevnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

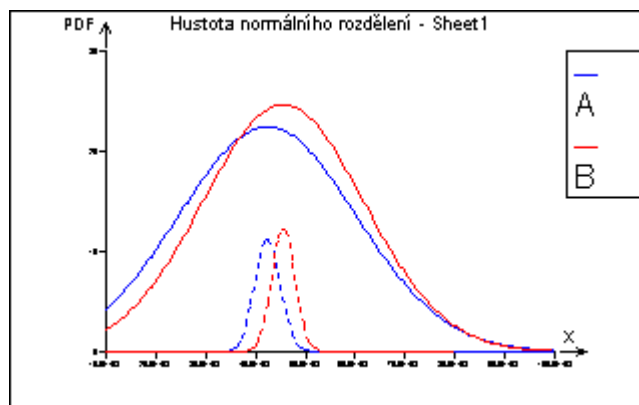
A konvenční bavlna Sigals  
B konvenční bavlna

Po porovnání výsledků měření a posouzení grafického znázornění bylo dospěno k závěru, že pevnost konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny je téměř stejná.

### Bio bavlna Sigals a konvenční bavlna



Obr. 26 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny



Obr. 27 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny

Vysvětlivky:

- A bio bavlna Sigals
- B konvenční bavlna

Po porovnání výsledků měření a posouzení grafického znázornění bylo dospěno k závěru, že pevnost bio bavlny Sigals a konvenční bavlny je téměř stejná.

### 8.3.5 Zhodnocení experimentu

Po dokončení experimentu na dynamometru, nebo-li trhacím stroji, kdy bylo provedeno padesát měření na každém vzorku bavlny, bylo dosaženo jasných závěrů. Nejvyšší tažnosti dosahuje vzorek konvenční bavlny. Tažnost bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals se téměř neliší. Pevnost všech tří vzorků bavlny je téměř stejná a nebyly zaznamenány nikterak velké odchylky.

## 8.4 Zkouška přítomnosti chemikálií ve vláknech

Pěstování bavlny konvenčním způsobem a její pěstování ekologickým způsobem je od sebe zcela odlišné. Provedení experimentu na přítomnost chemikálií se zdálo být nejlepší možnou volbou, jak od sebe tyto dva druhy bavlny odlišit.

Je nutno připomenout, že na vzorcích bio bavlny by se v žádném případě neměly nacházet stopy chemikálií, neboť její pěstování je zcela ekologické a je vyloučeno použití jakýchkoliv neorganických sloučenin či prostředků.

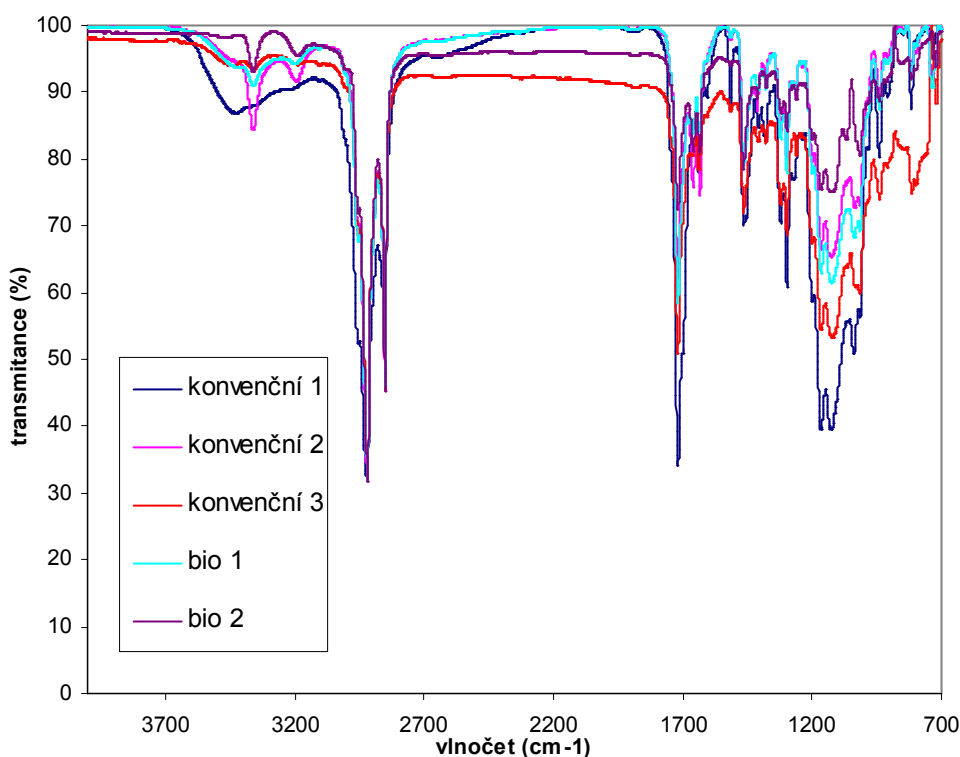
Na vzorcích konvenční bavlny by případná přítomnost chemikálií nebyla nijak překvapivá vzhledem k tomu, že při jejím pěstování je používáno umělých hnojiv a pesticidů v hojné míře.

### 8.4.1 Průběh experimentu

Měření bylo provedeno na IR spektrofotometru Spektrum One (Perkin Elmer). Vlákna byla nejdříve vyluhována v dichlormetanu a poté byl výluh měřen reflexní technikou na ATR nástavci. Získaná spektra byla pro lepší porovnání upravena na

baselinu normalizací na stejnou intenzitu a korekci, spektra neupravených vzorků totiž nevykazovala žádné odlišnosti.

K provedení experimentu byly použity dva vzorky bio bavlny Sigals, označené jako *bio 1* a *bio 2*, dále pak dva vzorky konvenční bavlny Sigals, které byly označeny jako *konvenční 2* a *konvenční 3*. Pod názvem vzorku *konvenční 1* byla zkoumána konvenční bavlna.



Obr. 28 Průběh spekter

Z průběhu spekter a umístění píků je patrné, že jednotlivé bavlny se od sebe, co se týká chemických substancí, zásadně neliší, pouze vzorek č.1 (konvenční 1 – konvenční bavlna) má jiný průběh spektra.[18]

#### 8.4.2 Zhodnocení experimentu

Po zhodnocení výsledků z experimentu vyplynul jasný závěr. Vzorky označené jako konvenční 2 a bio 2 jsou z pohledu IR spektroskopie stejné. Vzorky označené jako konvenční 3 a bio 1 jsou také stejné. Od všech předchozích se liší vzorek označený jako konvenční 1.

Z uvedených faktů vyplývá, že vzorky bavlny pocházející z Senegalu, tedy bio bavlna Sigals a konvenční bavlna Sigals jsou z hlediska přítomnosti chemikálií shodné. Jelikož je na pěstování bio bavlny bedlivě dohlíženo odborníky, jediným vysvětlením,

proč se i na bio bavlně nacházejí chemikálie je, že pole s konvenční bavlnou a bio bavlnou se nenacházejí dostatečně daleko od sebe. Aplikované chemikálie na konvenční bavlnu mohou být větrem unášeny i na bio bavlněné pole.

## 9 Diskuze

Cílem experimentální části bylo navrhnout a provést experimenty stanovení vlastností, které by od sebe odlišily vlastnosti bavlny konvenční a bio bavlny. Byly provedeny experimenty, které posuzovaly délku, stupeň zralosti, mechanické vlastnosti a přítomnost chemikálií v bavlněných vláknech. Zkoumaly se tři vzorky bavlny, a to bio bavlna Sigals, konvenční bavlna Sigals a konvenční bavlna jiné odrůdy. Ze získaných dat a informací po provedení experimentů byly posouzeny vlastnosti každého testovaného vzorku bavlny.

### Bio bavlna Sigals

Vlákna bio bavlny Sigals dosahovala druhé největší délky, kdy tato vlákna byla jen nepatrně kratší než vlákna konvenční bavlny téže odrůdy. Zralost těchto vláken však byla stanovena jako nejnižší ze tří zkoumaných vzorků. Pevnost bio bavlněných vláken byla téměř stejná jako pevnost dalších dvou zkoumaných vzorků, při stanovení pevnosti získané hodnoty dosahovali zanedbatelných odchylek. Tažnost byla shodná s konvenční bavlnou Sigals, stejně tak, jako tažnost dopadl i test na přítomnost chemikálií ve vláknech.

### Konvenční bavlna Sigals

Bavlněná vlákna odrůdy Sigals pěstovaná konvenčním způsobem dosahovala největší délky a také nejvyššího stupně zralosti ze všech zkoumaných vzorků. Pevnost byla shodná s pevností ostatních vzorků. Konvenční bavlna Sigals tažností i přítomností chemikálií ve vláknech se shodovala s bio bavlnou Sigals.

### Konvenční bavlna

Vlákna tohoto vzorku bavlny dosahovala nejmenší délky. Co se týká stupně zralosti, byla bavlna shledána jako druhá nejzralejší. Pevnost konvenční bavlny byla shodná jako pevnost u bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals. Tažnost tohoto vzorku byla nejvyšší. Konvenční bavlna se zcela odlišovala od ostatních dvou vzorků přítomností chemikálií ve vláknech.

Dle výsledků, které vyplynuly z provedených měření, bylo dospěno k závěru, že způsob pěstování bavlny na vlastnosti vláken nemá zásadní vliv. Na vlastnosti vláken má větší vliv odrůda bavlníku, z kterého vlákna pocházejí.



Je nutno připomenout, že bavlněná vlákna odrůdy Sigals, tedy bio bavlna i konvenční bavlna, byla shledána jako shodná, a to svou tažností, pevností a také se dosáhlo stejných výsledků po provedení zkoušky na přítomnost chemikálií. Délka vláken se lišila jen nepatrně. Velký rozdíl byl zaznamenán pouze ve zralosti. Třetí vzorek se od odrůd Sigals zcela odlišoval tažností, také délkou vláken, která byla shledána jako nejmenší. Také se odlišoval chemickými substancemi, jež byly nalezeny ve vláknech. Stejných hodnot konvenční bavlna se vzorky Sigals dosahovala pouze při měření pevnosti vláken.

Toto zhodnocení tedy podporuje výše zmíněnou úvahu, že vlastnosti vláken jsou ovlivněny odrůdou bavlny a nikoli způsobem pěstování.

## 10 Závěr

Bavlna je bezesporu jedním z nejoblíbenějších textilních vláken vůbec. Historie bavlny spadá až do dávných časů. První pozůstatky bavlny byly nalezeny v Mexiku a datují se k roku 5800 př.n.l. Od té doby až dodnes si bavlna vydobyla pevné postavení. Je hojně využívána, jelikož bavlněné tkaniny jsou měkké, poddajné a prodyšné, příjemné na omak, dobře přijímají vodu a sají pot. Bavlna se využívá jako materiál na spodní prádlo, dámské, pánské i dětské oděvy, sportovní módu a módní doplňky. Pro svoje antialergenní vlastnosti se využívá při výrobě kojeneckého prádla. Lze ji použít také na lůžkoviny, bytový i dekorační textil. Uplatnění však nachází i ve zdravotnictví jako obvazový materiál. Nikoho tedy nepřekvapí, že je po bavlně neustále velká poptávka. Pěstuje se ve více než sto zemích světa, převážně v teplých a vlhkých oblastech.

Úrodu bavlny ohrožuje velká řada škůdců, a proto je při jejím pěstování používáno velkého množství pesticidů, což jsou chemické látky, které na jedné straně pomáhají v boji proti škůdcům, na straně druhé však ohrožují životní prostředí. Mohou kontaminovat vodu, půdu a také mohou vést k otravě živočichů i člověka. Mezi pesticidy používané při pěstování bavlny patří zejména insekticidy, látky působící proti hmyzu napadající bavlníky, herbicidy, přípravky hubící plevel a defolianty, jež se aplikují těsně před sklizní, aby uschly a opadaly listy bavlníků, což usnadní strojovou sklizeň. Také používání průmyslových hnojiv může být v jisté míře chápáno jako problém. Průmyslová hnojiva vrací do půdy živiny potřebné pro růst rostliny a kvalitní úrodu, ale jelikož se jedná o uměle vyrobené hnojivo, i jeho užívání má svá úskalí např. znehodnocení povrchových a podzemních vod či negativní ovlivnění trvale přirozené produktivity zemědělského půdního fondu.

Jelikož negativní dopad na životní prostředí při konvenčním způsobu pěstování bavlny je opravdu značný, hledají se způsoby jakými pěstovat bavlnu i nadále, ale s menší enviromentální zátěží. Řešením je tzv. bio bavlna. Je to bavlna pěstovaná bez použití jakýchkoliv chemických prostředků, s co největším ohledem na životní prostředí. Bio bavlna se začala poprvé pěstovat v osmdesátých letech 20. století v Turecku. Dnes se pěstuje již ve 22 zemích světa. Průmyslová hnojiva jsou zde nahrazena hnojivy statkovými, což jsou látky organického původu vznikající v zemědělské prvovýrobě, která nejsou dále upravována. Tato hnojiva obsahují všechny potřebné živiny, zúrodňují půdu, dobře jímají vodu a nijak neškodí životnímu prostředí. I pesticidy jsou v bio zemědělství nahrazovány organickými prostředky. Místo insekticidů jsou používáni tzv. přirození hmyzí predátoři, což je hmyz požírající škůdce bavlny. Samotní predátoři pak bavlně nijak neškodí. Například molice *Bemisia argentifolii*, která způsobuje předčasné usychání bavlny, požírá parazitická vosička. Dále se využívá pastí na hmyz, do kterých je hmyz lákán pomocí feromonů a zabíjen sprškami z insekticidního mýdla. Herbicidy mohou být nahrazeny také speciálně vypěstovaným druhem hmyzu, který požírá plevel, a tím jej ničí. Další variantou boje proti plevelu je ruční okopávání pozemku. Je to způsob účinný, ale zdlouhavý. Jako náhražku defoliantů bio zemědělci využívají regulovaného zastavení zavlažování bavlníků a následného vyživování samotných vláken pomocí organických prostředků.

Textil vyrobený ze surovin pocházejících z organického zemědělství se označuje jako bio textil. Aby si zákazník mohl být jist, že nakupované zboží je opravdu bio textílem existuje několik desítek certifikátů zaručujících tuto skutečnost. Mezi nejvýznamnější organizace, které mají vytvořený kontrolní systém bio textilu, patří:

- Organic Trade Association (OTA) - USA
- Soil Association – GB
- International Association Natural Textile Industry (IVN) – D
- Demeter – evropská mezinárodní organizace
- Krav – Skandinávie
- Japan Organic Cotton Association (JOCA) – J
- SKAL – NL

Důležitým aspektem je určení vlastností konvenční bavlny a bio bavlny. Zejména tedy otázka, zda organický způsob zemědělství ovlivňuje vlastnosti vláken. Proto aby se tato otázka zodpověděla, byly provedeny experimenty, které měly odlišit vlastnosti těchto dvou druhů bavlny. Jako nejvhodnější experimenty se zdálo být posouzení délky, zralosti a mechanických vlastností vláken. Dále byl také proveden experiment, který měl dokázat či popřít přítomnost chemikálií v bavlněných vláknech.

K provedení zkoušek byly použity tři vzorky bavlny. Bio bavlna pocházející z Afriky ze Senegalu odrůdy Sigals. Dále pak konvenční bavlna stejného původu, téže odrůdy. Jako třetí byl zvolen vzorek konvenční bavlny jiné odrůdy, aby se provedením zkoušek na tomto vzorku vyloučila přítomnost abnormalit odrůdy Sigals.

Po provedení všech měření a zhodnocení výsledků byl přijat názor, že vlastnosti bavlněných vláken nejsou ovlivněny způsobem pěstování, ale jsou ovlivněny odrůdou bavlny. Potvrzuje to skutečnost, že bavlněné odrůdy Sigals, bio bavlna i konvenční bavlna, se svými vlastnostmi téměř neodlišovaly. Dosahovaly stejných hodnot při zkoušce pevnosti i tažnosti a také shodných výsledků dosahovaly při provedení experimentu na přítomnost chemikálií ve vláknech. Jen nepatrně se odlišovaly délkou, kdy bio bavlněná vlákna byla stanovena jako kratší. Skutečné odlišnosti vlákna dosahovala při posouzení stupně zralosti. Konvenční bavlna Sigals byla posouzena jako zralejší a stupeň zralosti se dost lišil od bio bavlny Sigals. Zato, ale vzorek konvenční bavlny jiné odrůdy se se zbylými dvěma vzorky shodoval pouze pevností, která dosahovala stejných hodnot. Zralostí se přibližoval ke stupni zralosti konvenční bavlny Sigals. Zcela se odlišoval svou délkou, která byla nejmenší, a tažností, která byla naopak nejvyšší. Také test na přítomnost chemikálií ve vláknech vykazoval zcela odlišné výsledky. Lze tedy konstatovat, že biologický způsob pěstování bavlny, nemá na vlastnosti vláken zásadní vliv.

Experimenty byly provedeny na vzorcích pocházejících z jedné sezóny. Proto by bylo vhodné se i nadále zabývat touto tematikou, a provádět experimenty na vzorcích bavlny konvenční a bio bavlny ze sezón následujících. Jen tak se dá dosáhnout komplexních a objektivní závěrů.

Po pečlivém prozkoumání problematiky je dle mého názoru bio bavlna z jisté části velmi dobře vymyšlený marketingový tah. Hlavním důvodem, proč preferovat bio bavlnu, je podle výrobců bio textilu fakt, že organická bavlna nikterak nedráždí pokožku na rozdíl od bavlny konvenční a nemůže způsobit alergické reakce při styku s pokožkou. Tomuto tvrzení odporuje zvláště fakt, že i konvenční bavlna je využívána při výrobě kojeneckého zboží a také jako obvazový materiál. Pokud by hrozilo nějaké nebezpečí v podobě podráždění pokožky či alergie, jistě by se z konvenční bavlny nevyrábělo tak choulostivé zboží. Na druhou stranu je však nutno zmínit, že přínos bio bavlny je značný, a to v podobě ohledu k životnímu prostředí. V dnešní době, kdy se poukazuje na nutnost šetřit životní prostředí a velmi opatrně nakládat s neobnovitelnými zdroji, je ekologický způsob pěstování bavlny vítán. Je vyvíjena snaha toto ekologické zemědělství nadále rozšiřovat i do jiných zemí a na jiné plodiny.

## 11 Seznam použité literatury

- [1] Agrochemikálie. *Maturita.cz* [online]. 2002 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.maturita.cz/referaty/referat.asp?id=6119>>.
- [2] Alternatives to insecticides. *International Cotton Advisory Committee* [online]. 1993 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.icac.org/cotton\\_info/tis/organic\\_cotton/documents/english.html](http://www.icac.org/cotton_info/tis/organic_cotton/documents/english.html)>.
- [3] ANTONOV, Viktor, MAREK, Jan. V trendu je bio bavlna. *Textil Žurnál*. 2008, č. 6, s. 24-26.
- [4] Bavlna. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/6396-bavlna>>.
- [5] Bio-cotton has Colours for the Future : New Cloth Market . *Fibre2fashion : World of Garment - Textile - Fashion* [online]. 2009 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.fibre2fashion.com/industry-article/18/1708/bio-cotton-has-colours-for-the-future1.asp>>.
- [6] ČAPOUNOVÁ , Kateřina. Stručný průvodce bio textilem - bio bavlna. *Biospotřebitel* [online]. 2007 [cit. 2009-04-29]. Dostupný z WWW: <[http://www.biospotrebitel.cz/page.php?reference\\_name=press.print&press\\_id=282](http://www.biospotrebitel.cz/page.php?reference_name=press.print&press_id=282)>.
- [7] ČERMÁK, Petr. Bavlna - jeden z prvních komoditních futures. *Finance.cz : Poznejte hodnotu informace* [online]. 2008 [cit. 2009-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.finance.cz/zpravy/finance/195131-bavlna-jeden-z-prvnich-komoditnich-futures/>>.
- [8] Facts and figures : Growing cycle. *Cotton Australia* [online]. 2008 [cit. 2009-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.cottonaustralia.com.au/facts/factsandfigures.aspx?id=5>>.
- [9] Facts and figures : World cotton history. *Cotton Australia* [online]. 2008 [cit. 2009-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.cottonaustralia.com.au/facts/factsandfigures.aspx?id=20>>.
- [10] Herbicid. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/130680-herbicid>>.

- [11] HLUČEK, Jaroslav. Statková hnojiva. *Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně : Multitexty* [online]. 2004 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <[http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty/html/hnojiva/hnojiva\\_statkova.htm](http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty/html/hnojiva/hnojiva_statkova.htm)>.
- [12] Hnojivo. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.encyklopedie.seznam.cz/heslo/503919-hnojivo>>.
- [13] Isekticid. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.encyklopedie.seznam.cz/heslo/132190-insekticid>>.
- [14] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví, díl I. 1* : Technická univerzita v Liberci, 2004. 79 s. ISBN 55-033-04.
- [15] Krajina a životní prostředí. *Teenmania.eu* [online]. 2007 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.teenmania.eu/referaty/ekologie/krajina-a-zivotni-prostredi-.html>>.
- [16] KREJČÍ, Jaroslav. Bavlna na vzestupu. *Akcie.cz* [online]. 2009 [cit. 2009-05-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.akcie.cz/novinky-z-trhu/51010-bavlna-na-vzestupu>>.
- [17] MLKULKA , Jan, KNELFELOVÁ, Marta. Rizika kontaminace potravin a pitné vody herbicidy. *Vědecký výbor : Fytosanitární a životního prostředí* [online]. 2004 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <[www.phytosanitary.org/projekty/2003/vvf-12-03.pdf](http://www.phytosanitary.org/projekty/2003/vvf-12-03.pdf)>.
- [18] MULLEROVÁ, Jana: osobní sdělení. 6.5.2009
- [19] NACHTMANNOVÁ, Iva. Proč je biobavlna tak drahá?. *EkoList* [online]. 2007 [cit. 2009-04-50]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekolist.cz/zprava2.shtml?x=1970284>>.
- [20] Od bavlny k ručníkům. *CARESS : Import and Distribution* [online]. 2005 [cit. 2009-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.caress.cz/udrzba.htm>>.
- [21] Pesticid. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.encyklopedie.seznam.cz/heslo/143659-pesticid>>.
- [22] STANĚK, Jaroslav. *Textilní zbožíznalství : Vlákenné suroviny, příze, nitě*. 2. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2006. 114 s. ISBN 80-7372-147-3.
- [23] Stockholmská úmluva. *Wikipedia* [online]. 2007 [cit. 2009-04-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.encyklopedie.seznam.cz/heslo/513956-stockholmska-umluva>>.

- [24] Terminologie : Alternativní zemědělství. *Udržitelný cestovní ruch* [online]. 2007 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <[http://ucr.uhk.cz/page.aspx?page\\_id=31](http://ucr.uhk.cz/page.aspx?page_id=31)>.
- [25] WOODS, Chuck. Seminole County inmates raise “beneficial bugs” for UF and USDA researchers. *University of Florida News* [online]. 2004 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://news.ufl.edu/2004/11/08/prison-bigs/>>.

## 12 Seznam vzorců

- (1) Disperse
- (2) Procento krátkých vláken ve vzorku
- (3) Stupeň plnosti
- (4) Empirický vztah pro výpočet šířky třídy – rozpětí
- (5) Empirický vztah pro výpočet šířky třídy – šířka třídy
- (6) Relativní četnost
- (7) Součtová četnost
- (8) Relativní součtová četnost

## 13 Seznam obrázků

Obr. 1 Třídící kuličkový přístroj.....	27
Obr. 2 Grafický rozbor staplové křivky bavlny .....	29
Obr. 3 Staplový diagram bio bavlny Sigals .....	30
Obr. 4 Staplový diagram konvenční bavlny Sigals .....	30
Obr. 5 Staplový diagram konvenční bavlny .....	31
Obr. 6 Histogram stupně zralosti bio bavlny Sigals .....	33
Obr. 7 Histogram stupně zralosti konvenční bavlny Sigals .....	33
Obr. 8 Histogram stupně zralosti konvenční bavlny .....	34
Obr. 9 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	35
Obr. 10 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	35
Obr. 11 Porovnání stupně zralosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	36
Obr. 12 Porovnání stupně zralosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	36
Obr. 13 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	37
Obr. 14 Porovnání stupně zralosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	37
Obr. 15 Rámeček pro upnutí vláken .....	39
Obr. 16 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	41
Obr. 17 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	41
Obr. 18 Porovnání tažnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	42
Obr. 19 Porovnání tažnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	42
Obr. 20 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	43
Obr. 21 Porovnání tažnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	43
Obr. 22 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	44
Obr. 23 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny Sigals .....	44
Obr. 24 Porovnání pevnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	45

Obr. 25 Porovnání pevnosti konvenční bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	45
Obr. 26 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	45
Obr. 27 Porovnání pevnosti bio bavlny Sigals a konvenční bavlny .....	46
Obr. 28 Průběh spekter .....	47
Obr. 29 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno .....	56
Obr. 30 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle .....	56
Obr. 31 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - mrtvé vlákno .....	57
Obr. 32 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - mrtvé vlákno v polarizačním světle .....	57
Obr. 33 Bio bavlna Sigals, příčný řez .....	58
Obr. 34 Bio bavlna Sigals, příčný řez v polarizačním světle .....	58
Obr. 35 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno .....	59
Obr. 36 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle .....	59
Obr. 37 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - nezralé vlákno .....	60
Obr. 38 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - nezralé vlákno v polarizačním světle .....	60
Obr. 39 Konvenční bavlna Sigals, příčný řez .....	61
Obr. 40 Konvenční bavlna Sigals, příčný řez v polarizačním světle .....	61
Obr. 41 Konvenční bavlna, podélný pohled - zralé vlákno .....	62
Obr. 42 Konvenční bavlna, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle .....	62
Obr. 43 Konvenční bavlna, podélný pohled - mrtvé vlákno .....	63
Obr. 44 Konvenční bavlna, podélný pohled - mrtvé vlákno v polarizačním světle .....	63
Obr. 45 Konvenční bavlna, příčný řez .....	64
Obr. 46 Konvenční bavlna, příčný řez v polarizačním světle .....	64

## 14 Seznam tabulek

Tab. I Třídící tabulka - stupeň zralosti bio bavlny Sigals .....	32
Tab. II Třídící tabulka - stupeň zralosti konvenční bavlny Sigals .....	33
Tab. III Třídící tabulka - stupeň zralosti konvenční bavlny .....	34
Tab. IV Statistické údaje - stupeň zralosti jednotlivých vzorků bavlny .....	35
Tab. V Statistické údaje mechanických vlastností bio bavlny Sigals .....	40
Tab. VI Statistické údaje mechanických vlastností konvenční bavlny Sigals ...	40
Tab. VII Statistické údaje mechanických vlastností konvenční bavlny .....	40
Tab. IX Třídící tabulka - délka vláken konvenční bavlny .....	65
Tab. X Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - bio bavlna Sigals .....	65
Tab. XI Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - konvenční bavlna Sigals .....	66
Tab. XII Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - konvenční bavlna .....	67
Tab. XIII Naměřená data na trhacím stroji - bio bavlna Sigals .....	69
Tab. XIV Naměřená data na trhacím stroji - konvenční bavlna Sigals .....	70
Tab. XV Naměřená data na trhacím stroji - konvenční bavlna .....	71

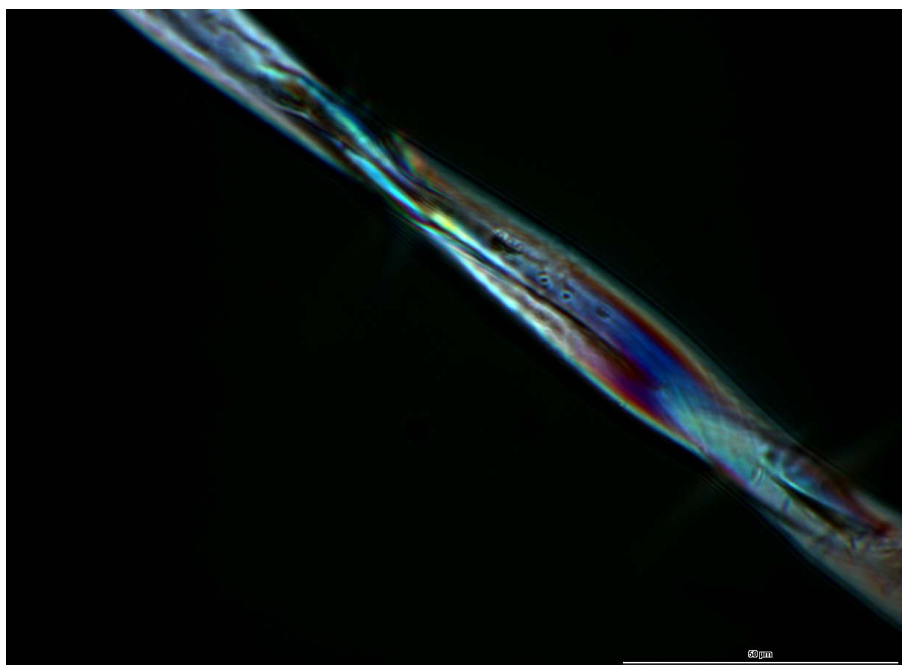
## 15 Přílohy

### 15.1 Podélné pohledy a příčné řezy bavlněných vláken

Bio bavlna Sigals



Obr. 29 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno

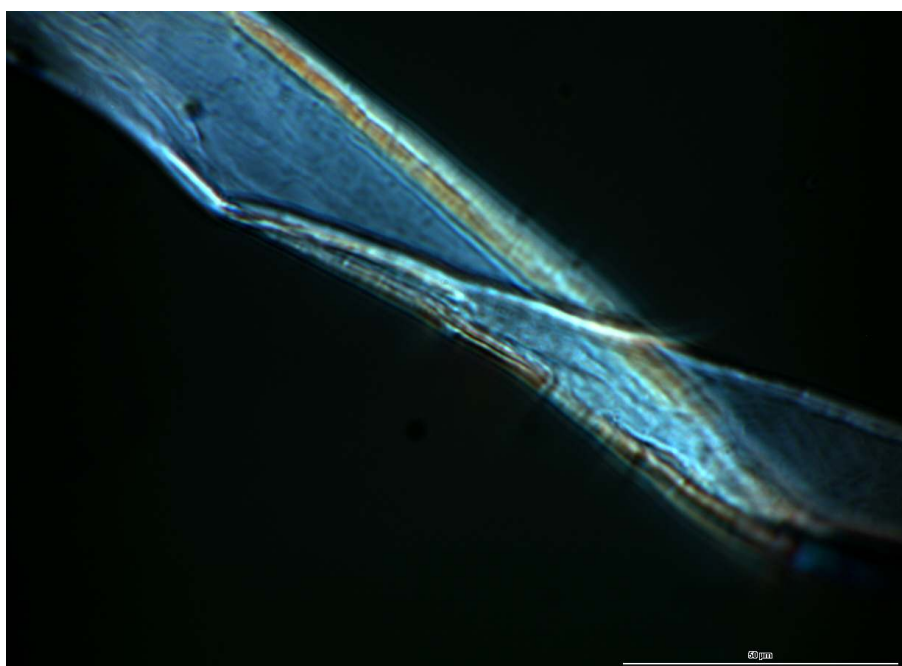


Obr. 30 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle

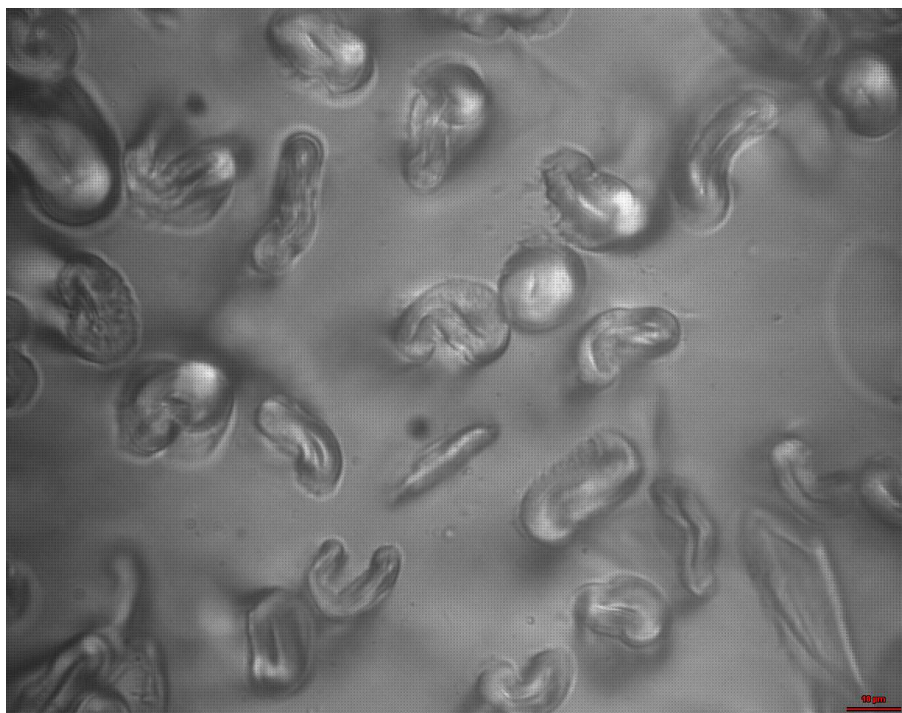




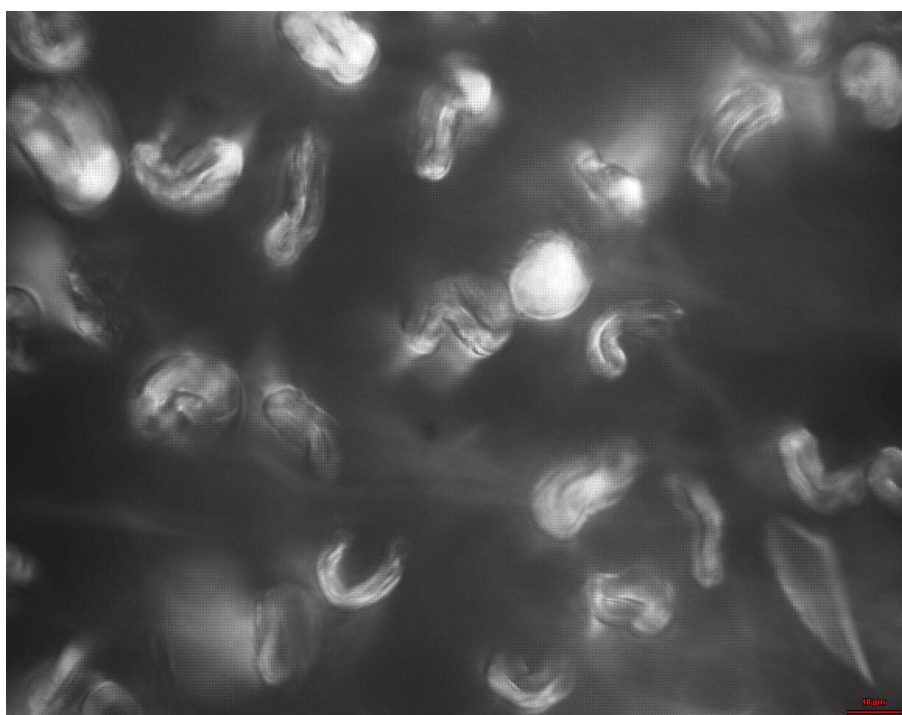
Obr. 31 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - mrtvé vlákno



Obr. 32 Bio bavlna Sigals, podélný pohled - mrtvé vlákno v polarizačním světle



**Obr. 33 Bio bavlna Sigals, příčný řez**

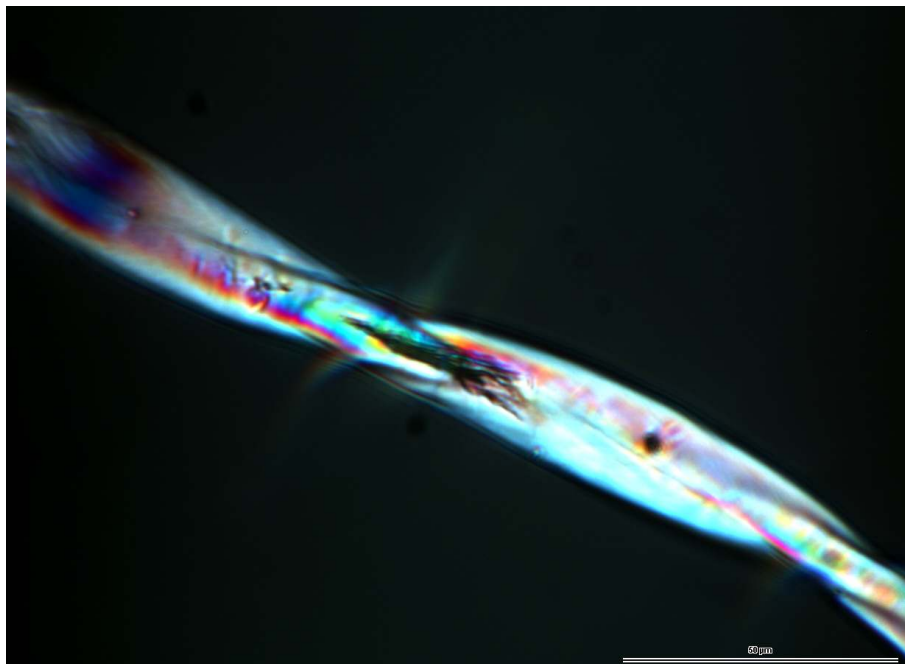


**Obr. 34 Bio bavlna Sigals, příčný řez v polarizačním světle**

Konvenční bavlna Sigals



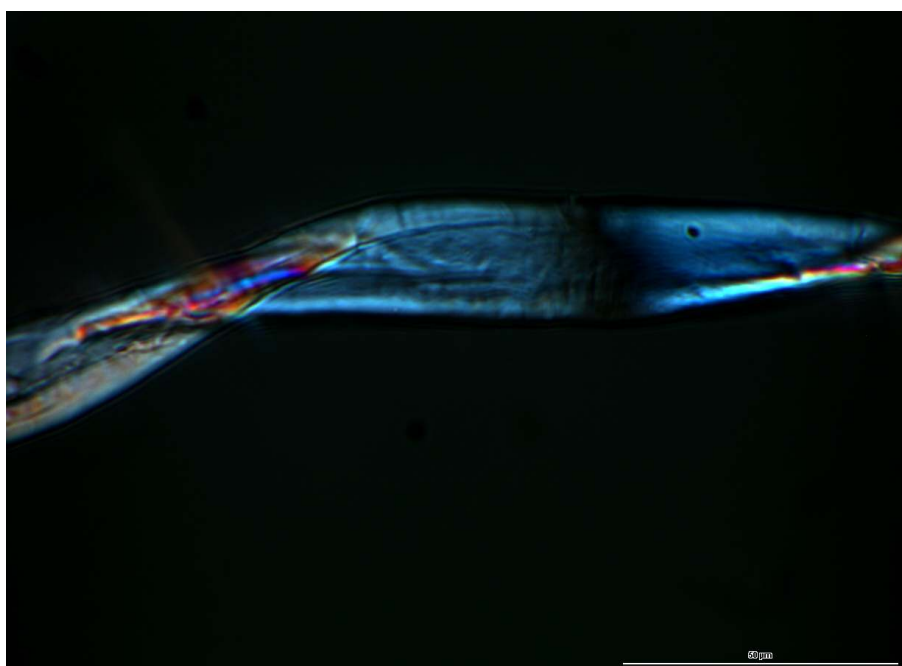
Obr. 35 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno



Obr. 36 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle

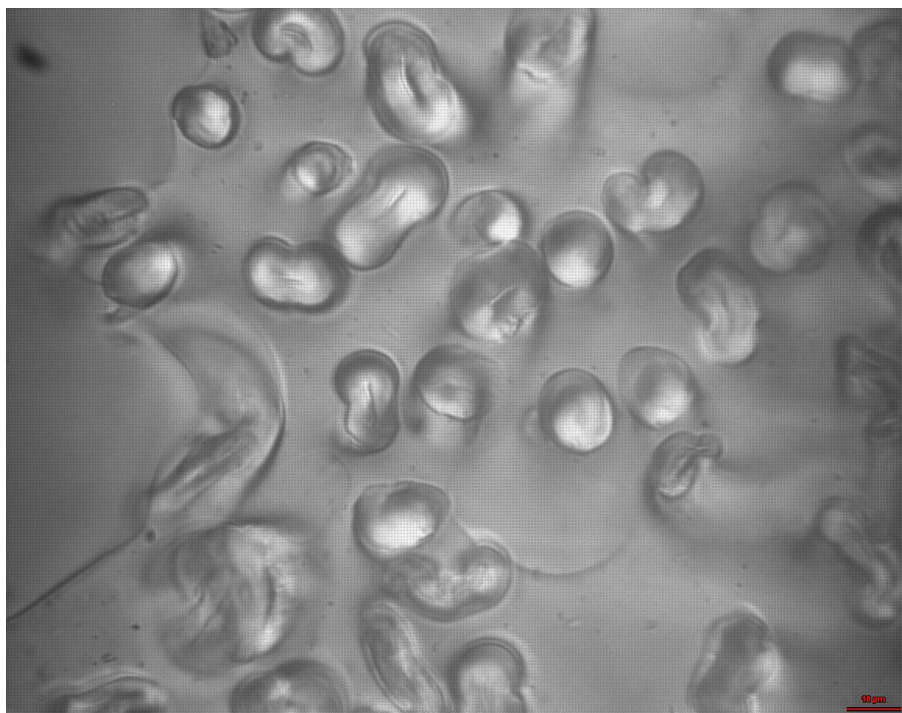


Obr. 37 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - nezralé vlákno

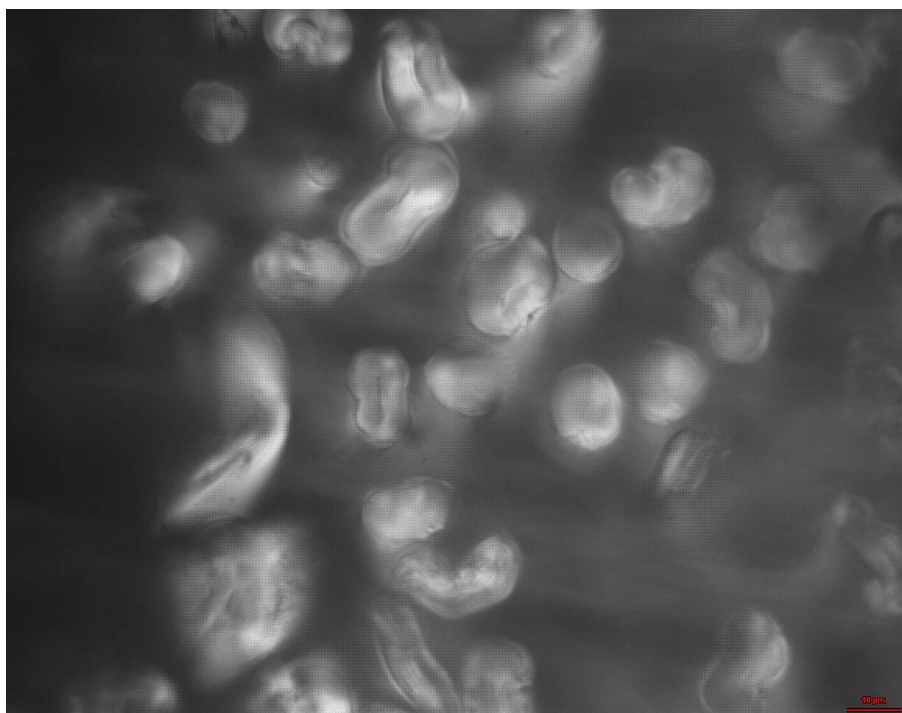


Obr. 38 Konvenční bavlna Sigals, podélný pohled - nezralé vlákno v polarizačním světle





**Obr. 39 Konvenční bavlna Sigals, příčný řez**

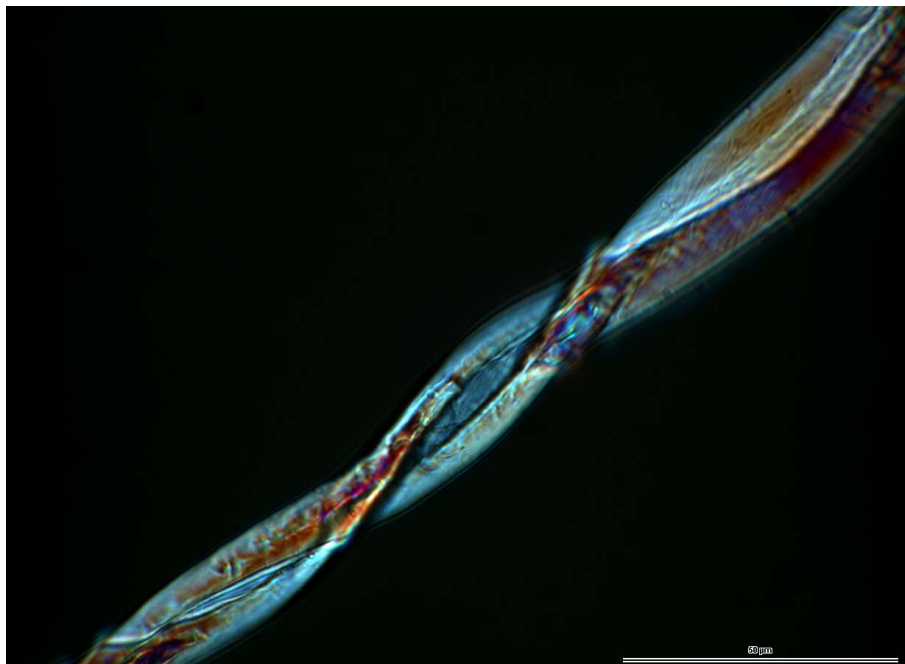


**Obr. 40 Konvenční bavlna Sigals, příčný řez v polarizačním světle**

Konvenční bavlna



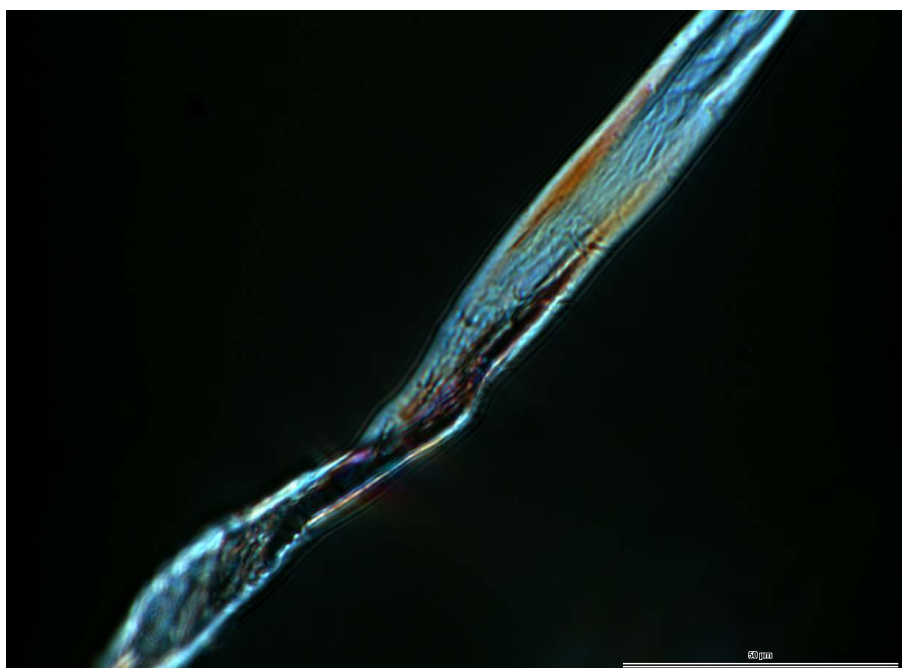
Obr. 41 Konvenční bavlna, podélný pohled - zralé vlákno



Obr. 42 Konvenční bavlna, podélný pohled - zralé vlákno v polarizačním světle



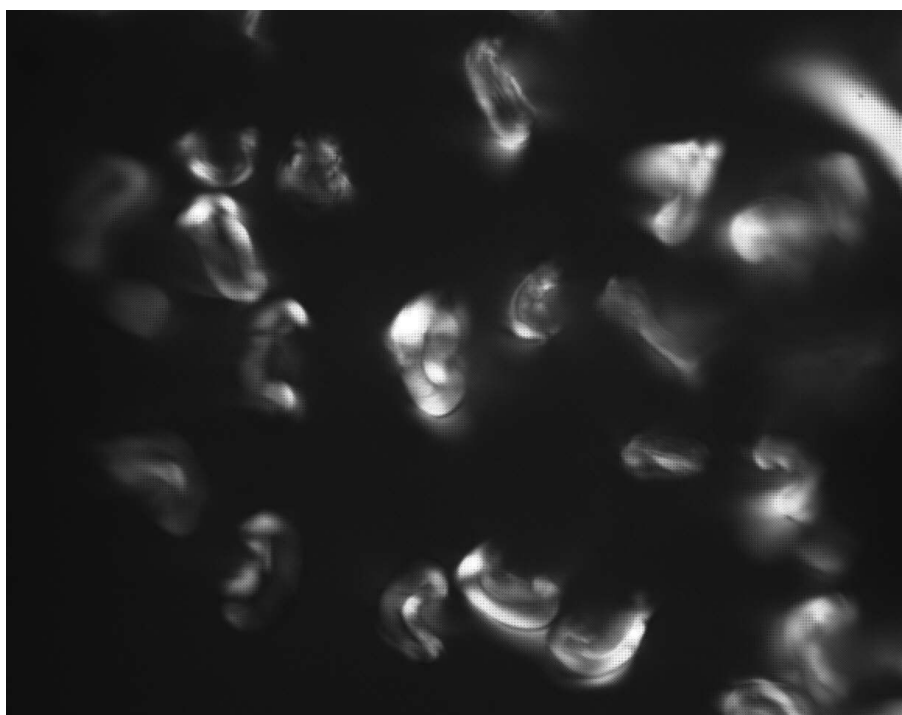
Obr. 43 Konvenční bavlna, podélný pohled - mrtvé vlákno



Obr. 44 Konvenční bavlny, podélný pohled - mrtvé vlákno v polarizačním světle



Obr. 45 Konvenční bavlna, příčný řez



Obr. 46 Konvenční bavlna, příčný řez v polarizačním světle



## 15.2 Data z měření délky vláken konvenční bavlny

Tab. VIII Třídící tabulka - délka vláken konvenční bavlny

j	l <sub>jd</sub> - l <sub>jh</sub>	l <sub>j</sub>	n <sub>j</sub>	f <sub>j</sub>	F <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>
1	5-10	7,5	51	10,2	10,2	100
2	10-15	12,5	96	19,2	29,4	89,8
3	15-20	17,5	149	29,8	59,2	70,6
4	20-25	22,5	128	25,6	84,8	40,8
5	25-30	27,5	62	12,4	97,2	15,2
6	30-35	32,5	11	2,2	99,4	2,8
7	35-40	37,5	3	0,6	100	0,6

Použité výpočty:

$$f_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^k n_j} 10^2 = \frac{n_j}{n} 10^2 \quad [\%] \quad (6)$$

$$F_j = \sum_{i=1}^j f_i \quad [\%] \quad (7)$$

$$P_j = \sum_{j=k}^j f_j = \sum_{j=k}^j p_j \Delta l_j \quad [\%] \quad (8)$$

## 15.3 Naměřená data při zkoušce stupně zralosti

Bio bavlna Sigals

Tab. IX Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - bio bavlna Sigals

	plocha [μm <sup>&lt;sup&gt;2&lt;/sup&gt;</sup> </sup>]	ekvivalentní průměr [μm]	max rozměr [μm]	min rozměr [μm]	obvod [μm]	třída
1.	111,43	11,91	18,00	9,25	49,58	1
2.	116,67	12,19	22,82	8,09	54,65	1
3.	118,45	12,28	16,20	11,41	55,29	1
4.	122,02	12,46	20,17	10,69	56,35	1
5.	123,37	12,53	22,70	8,27	54,52	1
6.	124,99	12,61	15,66	10,75	51,07	1
7.	128,43	12,79	17,54	9,85	47,58	1
8.	130,03	12,87	18,48	9,94	49,07	1
9.	130,03	12,87	19,85	11,16	53,76	1
10.	130,37	12,88	19,81	9,22	49,23	1
11.	131,27	12,93	23,65	9,15	59,76	1
12.	134,51	13,09	15,46	11,24	43,80	1
13.	135,18	13,12	17,39	9,33	45,34	1
14.	136,35	13,18	17,97	14,23	65,69	1
15.	137,00	13,21	19,27	11,21	54,63	1
16.	139,19	13,31	18,30	11,11	50,90	1
17.	139,64	13,33	16,26	11,60	49,52	1
18.	141,19	13,41	19,47	10,91	53,17	1
19.	143,10	13,50	20,02	9,26	48,61	1

20.	144,72	13,57	17,50	12,41	54,59	1
21.	144,94	13,58	21,20	12,73	67,70	1
22.	145,28	13,60	20,57	10,95	54,73	1
23.	146,05	13,64	17,99	11,50	54,28	1
24.	147,33	13,70	20,48	10,43	54,19	1
25.	148,34	13,74	20,61	10,38	53,91	1
26.	150,52	13,84	22,12	13,13	63,54	1
27.	152,62	13,94	20,11	10,46	53,28	1
28.	153,36	13,97	15,74	12,23	45,68	1
29.	159,95	14,27	21,26	11,31	56,13	1
30.	162,67	14,39	18,06	12,09	50,00	1
31.	164,00	14,45	21,40	11,69	57,48	1
32.	164,47	14,47	19,57	10,81	51,75	1
33.	165,75	14,53	32,57	8,44	73,46	1
34.	165,78	14,53	19,13	10,93	50,48	1
35.	168,52	14,65	19,77	11,08	50,24	1
36.	168,81	14,66	18,16	12,40	48,59	1
37.	172,54	14,82	19,33	11,09	50,68	1
38.	175,45	14,95	19,48	11,45	52,19	1
39.	175,49	14,95	17,29	13,15	48,31	1
40.	176,39	14,99	16,71	14,33	47,64	1
41.	185,84	15,38	26,65	10,52	63,63	1
42.	193,62	15,70	20,19	13,02	55,17	1
43.	194,65	15,74	25,68	11,94	65,86	1
44.	196,45	15,82	21,63	11,63	55,60	1
45.	202,08	16,04	20,48	12,82	54,79	1
46.	205,21	16,16	20,18	12,35	54,41	1
47.	221,26	16,78	21,16	13,44	56,72	1
48.	230,38	17,13	28,68	11,89	70,82	1
49.	251,00	17,88	25,31	12,00	63,70	1
50.	255,01	18,02	26,86	12,11	67,12	1

### Konvenční bavlna Sigals

Tab. X Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - konvenční bavlna Sigals

	plocha [ $\mu\text{m}^2$ ]	ekvivalentní průměr [ $\mu\text{m}$ ]	max rozměr [ $\mu\text{m}$ ]	min rozměr [ $\mu\text{m}$ ]	obvod [ $\mu\text{m}$ ]	třída
1.	89,72	10,69	13,78	8,95	36,80	1
2.	100,91	11,34	13,03	10,06	37,16	1
3.	101,29	11,36	16,14	8,23	41,54	1
4.	101,71	11,38	18,35	8,04	44,64	1
5.	115,91	12,15	19,48	9,68	50,94	1
6.	132,48	12,99	16,52	9,85	43,35	1
7.	140,06	13,35	15,38	12,42	42,88	1
8.	147,51	13,70	17,71	13,33	70,77	1
9.	147,96	13,73	18,94	10,66	50,39	1
10.	153,15	13,96	19,85	9,92	51,43	1
11.	155,04	14,05	15,63	13,39	45,80	1
12.	156,15	14,10	18,69	10,68	49,34	1
13.	164,25	14,46	18,82	11,76	49,97	1
14.	167,49	14,60	18,23	11,40	50,07	1
15.	169,08	14,67	17,54	12,04	48,84	1

16.	173,15	14,85	18,18	13,07	57,43	1
17.	173,45	14,86	18,67	11,70	49,67	1
18.	175,09	14,93	19,53	11,87	52,15	1
19.	182,08	15,23	20,28	12,50	54,42	1
20.	185,23	15,36	19,75	13,35	54,76	1
21.	189,64	15,54	19,60	13,54	54,66	1
22.	195,04	15,76	19,37	13,91	52,28	1
23.	203,54	16,10	23,11	13,12	64,92	1
24.	204,76	16,15	19,43	14,39	55,86	1
25.	206,10	16,20	21,29	12,61	56,70	1
26.	208,92	16,31	27,87	11,94	71,13	1
27.	209,14	16,32	21,26	11,97	56,16	1
28.	209,64	16,34	20,75	14,35	65,69	1
29.	211,28	16,40	18,51	14,96	52,96	1
30.	218,70	16,69	20,95	14,21	56,36	1
31.	218,74	16,69	22,34	13,86	59,89	1
32.	221,69	16,80	21,96	13,16	62,17	1
33.	222,19	16,82	19,86	14,28	54,36	1
34.	223,72	16,88	22,47	13,74	63,62	1
35.	227,43	17,02	21,56	13,74	57,06	1
36.	231,59	17,17	26,81	12,97	67,60	1
37.	234,18	17,27	27,57	12,20	67,11	1
38.	234,40	17,28	24,44	13,26	63,49	1
39.	243,64	17,61	33,97	13,22	83,48	1
40.	248,71	17,80	22,58	14,85	65,92	1
41.	251,59	17,90	21,90	15,10	59,39	1
42.	259,62	18,18	22,43	15,30	61,42	1
43.	269,42	18,52	24,87	14,67	64,83	1
44.	275,97	18,75	22,10	15,90	63,74	1
45.	286,20	19,09	32,57	14,49	84,08	1
46.	301,09	19,58	26,84	14,15	69,95	1
47.	301,09	19,58	26,00	14,89	68,22	1

### Konvenční bavlna

Tab. XI Naměřená data při zkoušce stupně zralosti - konvenční bavlna

	plocha [ $\mu\text{m}^2$ ]	ekvivalentní průměr [ $\mu\text{m}$ ]	max rozměr [ $\mu\text{m}$ ]	min rozměr [ $\mu\text{m}$ ]	obvod [mm]	třída
1.	53,36	8,24	12,48	10,74	47,59	1
2.	82,96	10,28	12,28	8,85	33,39	1
3.	87,68	10,57	15,63	12,73	60,92	1
4.	101,08	11,34	16,44	11,16	54,09	1
5.	109,59	11,81	27,53	6,26	62,18	1
6.	118,99	12,31	15,68	13,20	61,00	1
7.	130,03	12,87	20,94	8,12	50,68	1
8.	140,02	13,35	18,58	10,93	50,80	1
9.	140,58	13,38	17,66	12,00	56,90	1
10.	140,76	13,39	18,84	13,31	61,95	1
11.	141,44	13,42	26,83	7,13	64,68	1
12.	142,23	13,46	16,87	11,29	58,75	1
13.	144,83	13,58	19,22	12,29	58,57	1
14.	146,32	13,65	18,35	13,80	65,22	1

15.	150,61	13,85	22,73	11,94	61,27	1
16.	151,65	13,90	18,33	11,28	47,04	1
17.	153,72	13,99	21,08	9,62	54,18	1
18.	154,96	14,05	27,74	8,23	64,36	1
19.	157,59	14,17	17,87	11,04	49,73	1
20.	159,37	14,25	20,98	12,46	71,00	1
21.	162,62	14,39	18,04	15,47	64,20	1
22.	163,66	14,44	22,90	9,15	55,89	1
23.	168,07	14,63	18,52	13,92	62,00	1
24.	170,93	14,75	20,50	11,52	54,52	1
25.	172,32	14,81	21,50	9,84	55,45	1
26.	175,06	14,93	20,16	12,22	55,41	1
27.	177,07	15,02	20,91	13,95	72,54	1
28.	177,76	15,04	21,10	14,34	71,70	1
29.	179,23	15,11	28,32	9,09	67,55	1
30.	183,34	15,28	23,45	11,91	62,24	1
31.	184,11	15,31	19,29	13,64	64,79	1
32.	184,78	15,34	22,57	10,90	57,85	1
33.	188,56	15,49	20,09	13,02	55,45	1
34.	191,66	15,62	28,94	8,86	66,03	1
35.	192,86	15,67	24,42	10,34	57,18	1
36.	197,02	15,84	22,19	11,83	58,47	1
37.	209,43	16,33	21,40	12,92	59,81	1
38.	211,71	16,42	21,77	12,26	57,11	1
39.	222,26	16,82	23,61	13,37	63,11	1
40.	225,14	16,93	18,49	15,98	54,15	1
41.	228,13	17,04	21,68	14,57	61,45	1
42.	260,56	18,21	23,41	16,13	66,56	1
43.	266,21	18,41	23,34	16,53	66,94	1
44.	282,27	18,96	24,56	15,00	65,09	1
45.	283,19	18,99	27,86	13,71	72,41	1
46.	289,94	19,21	27,55	13,67	73,47	1
47.	290,27	19,22	37,34	11,38	84,52	1
48.	294,28	19,36	23,33	18,23	66,95	1
49.	330,51	20,51	23,40	18,42	68,47	1
50.	372,82	21,79	27,21	18,05	74,89	1

## 15.4 Naměřená data na trhačím stroji

### Bio bavlna Sigals

Tab. XII Naměřená data na trhačím stroji - bio bavlna Sigals

Zkouška	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	MPa	MPa	%	N	sec
1	0,43	0,10480	2,7963	2,80	4,26	0,10	2,90
2	0,67	0,05778	1,8823	1,88	6,75	0,06	4,66
3	0,30	0,02235	1,0252	1,03	2,96	0,02	2,04
4	0,55	0,03294	0,7113	0,71	5,50	0,03	3,74
5	0,53	0,04686	1,0915	1,09	5,31	0,05	3,56
6	1,00	0,05230	0,8408	0,84	9,98	0,05	6,70
7	0,57	0,04641	1,4916	1,49	5,68	0,05	3,50
8	0,32	0,03448	1,6772	1,68	3,20	0,03	2,00
9	0,45	0,04596	1,9491	1,95	4,51	0,05	2,84
10	0,47	0,04217	1,5388	1,54	4,66	0,04	2,88
11	0,27	0,03665	2,0075	2,01	2,67	0,04	1,72
12	0,35	0,05781	2,5174	2,52	3,52	0,06	2,18
13	0,35	0,04469	2,0297	2,03	3,48	0,04	2,16
14	0,48	0,05631	2,3803	2,38	4,79	0,06	2,96
15	0,81	0,04006	1,2333	1,23	8,12	0,04	5,02
16	0,30	0,03192	2,8473	2,85	2,99	0,03	1,92
17	0,70	0,03703	1,2909	1,29	7,01	0,04	4,86
18	0,26	0,03524	3,0148	3,01	2,58	0,04	1,86
19	0,16	0,01577	1,3869	1,39	1,62	0,02	1,20
20	0,42	0,03501	1,5842	1,58	4,25	0,04	2,88
21	0,24	0,01108	0,8330	0,83	2,40	0,01	1,72
22	0,37	0,03843	2,3520	2,35	3,69	0,04	2,54
23	0,15	0,02300	3,2905	3,29	1,52	0,02	1,10
24	0,71	0,04509	1,0615	1,06	7,07	0,05	4,84
25	0,83	0,04421	0,8954	0,90	8,30	0,04	5,58
26	0,72	0,06041	2,2237	2,22	7,18	0,06	4,88
27	0,40	0,02983	1,7433	1,74	3,98	0,03	2,74
28	0,89	0,05987	0,7689	0,77	8,90	0,06	6,10
29	0,54	0,05524	1,2435	1,24	5,37	0,06	3,96
30	0,50	0,04309	1,8047	1,80	4,97	0,04	3,34
31	0,27	0,04096	2,9910	2,99	2,73	0,04	1,90
32	0,57	0,04302	1,7503	1,75	5,65	0,04	3,90
33	0,83	0,05123	1,1660	1,17	8,27	0,05	5,82
34	0,32	0,02133	1,7346	1,73	3,15	0,02	2,20
35	0,33	0,03438	2,8940	2,89	3,31	0,03	2,32
36	0,70	0,07042	1,6799	1,68	7,03	0,07	4,86
37	0,29	0,01863	1,5710	1,57	2,93	0,02	2,06
38	0,41	0,02087	1,0373	1,04	4,13	0,02	2,88
39	0,51	0,05014	1,7553	1,76	5,10	0,05	3,52
40	0,39	0,03418	2,1547	2,15	3,86	0,03	2,72
41	0,69	0,04502	0,8031	0,80	6,91	0,05	4,78
42	0,59	0,04480	0,7591	0,76	5,89	0,04	4,00
43	0,71	0,03520	1,1729	1,17	7,11	0,04	4,82
44	0,29	0,02334	1,8312	1,83	2,92	0,02	2,00

45	0,81	0,09905	2,7954	2,80	8,14	0,10	5,56
46	0,72	0,02790	0,6337	0,63	7,20	0,03	4,72
47	0,63	0,04467	1,0873	1,09	6,26	0,04	3,86
48	0,49	0,03615	1,6781	1,68	4,91	0,04	3,02
49	0,69	0,03511	0,5397	0,54	6,91	0,04	4,26
50	0,67	0,04674	1,1521	1,15	6,73	0,05	4,14

### Konvenční bavlna Sigals

Tab. XIII Naměřená data na trhačím stroji - konvenční bavlna Sigals

Zkouška	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	MPa	MPa	%	N	sec
1	0,64	0,05560	1,3218	1,32	6,44	0,06	4,28
2	0,53	0,03126	1,5257	1,53	5,35	0,03	3,44
3	0,75	0,04891	2,0111	2,01	7,54	0,05	5,04
4	0,38	0,03247	2,1540	2,15	3,80	0,03	2,46
5	0,35	0,04085	2,9543	2,95	3,47	0,04	2,34
6	0,86	0,04286	0,8747	0,87	8,62	0,04	5,62
7	0,38	0,02049	1,0765	1,08	3,82	0,02	2,48
8	0,75	0,04925	1,1477	1,15	7,47	0,05	4,80
9	0,48	0,05455	2,0685	2,07	4,84	0,05	3,22
10	0,86	0,05277	0,7797	0,78	8,63	0,05	5,56
11	0,58	0,06988	3,0262	3,03	5,83	0,07	3,72
12	0,43	0,05989	2,1063	2,11	4,31	0,06	2,78
13	0,51	0,05606	2,3741	2,37	5,12	0,06	3,38
14	0,31	0,09455	5,3821	5,38	3,08	0,09	1,96
15	0,30	0,01980	1,0474	1,05	2,96	0,02	1,88
16	0,42	0,03816	1,7400	1,74	4,24	0,04	2,70
17	0,86	0,04903	0,8615	0,86	8,63	0,05	5,32
18	0,52	0,04130	1,5747	1,57	5,16	0,04	3,48
19	0,77	0,03564	1,0632	1,06	7,67	0,04	4,76
20	0,27	0,04954	3,2013	3,20	2,66	0,05	1,70
21	0,31	0,03930	2,2192	2,22	3,14	0,04	1,98
22	0,64	0,06735	3,5399	3,54	6,43	0,07	3,96
23	0,42	0,03218	1,5251	1,53	4,16	0,03	2,58
24	0,37	0,05480	2,8465	2,85	3,69	0,05	2,28
25	0,39	0,04426	1,6076	1,61	3,89	0,04	2,40
26	0,64	0,03916	0,9282	0,93	6,39	0,04	4,18
27	0,80	0,07102	1,4751	1,48	8,00	0,07	5,20
28	0,43	0,02404	0,9002	0,90	4,29	0,02	2,78
29	0,67	0,04331	0,8880	0,89	6,66	0,04	4,34
30	0,30	0,01310	0,6354	0,64	3,00	0,01	1,96
31	0,56	0,06147	1,0884	1,09	5,63	0,06	3,64
32	0,39	0,05385	1,4725	1,47	3,91	0,05	2,56
33	0,44	0,04293	1,2505	1,25	4,37	0,04	2,84
34	0,90	0,04312	0,7839	0,78	8,99	0,04	5,80
35	0,75	0,05504	0,7738	0,77	7,53	0,06	4,80
36	0,60	0,06027	1,8617	1,86	6,04	0,06	3,92
37	0,31	0,03001	1,7302	1,73	3,14	0,03	2,04
38	0,51	0,05852	1,7009	1,70	5,08	0,06	3,26
39	0,33	0,03984	2,0974	2,10	3,29	0,04	2,12
40	0,49	0,03115	1,2095	1,21	4,85	0,03	3,16
41	0,46	0,01856	0,7299	0,73	4,65	0,02	2,98

42	0,97	0,06508	0,9748	0,97	9,72	0,07	6,22
43	0,45	0,03482	1,7242	1,72	4,46	0,03	2,86
44	0,38	0,04417	1,4972	1,50	3,76	0,04	2,42
45	0,61	0,04349	1,2186	1,22	6,08	0,04	3,86
46	0,99	0,04879	0,8441	0,84	9,93	0,05	6,36
47	0,35	0,03719	1,5857	1,59	3,50	0,04	2,22
48	0,63	0,03825	0,8111	0,81	6,30	0,04	4,04
49	0,73	0,04327	1,3912	1,39	7,29	0,04	4,68
50	0,38	0,04497	1,9874	1,99	3,84	0,04	2,48

### Konvenční bavlna

Tab. XIV Naměřená data na trhacím stroji - konvenční bavlna

Zkouška	Amax	Fmax	E	E	Amax	Fmax	t
	mm	N	MPa	MPa	%	N	sec
1	0,38	0,02219	1,1133	1,11	3,77	0,02	2,34
2	0,57	0,04634	1,3583	1,36	5,66	0,05	3,50
3	0,36	0,03614	1,9593	1,96	3,63	0,04	2,28
4	0,38	0,03006	1,7336	1,73	3,79	0,03	2,36
5	0,90	0,05195	0,8641	0,86	9,03	0,05	5,56
6	0,66	0,05550	1,4380	1,44	6,63	0,06	4,14
7	0,84	0,06674	1,3016	1,30	8,42	0,07	5,28
8	0,34	0,03722	2,6440	2,64	3,42	0,04	2,12
9	0,38	0,02467	1,1476	1,15	3,75	0,02	2,34
10	0,72	0,05820	1,0511	1,05	7,18	0,06	4,46
11	0,37	0,04686	2,3396	2,34	3,66	0,05	2,30
12	0,48	0,03862	1,5511	1,55	4,79	0,04	2,96
13	1,36	0,02783	0,3535	0,35	13,64	0,03	8,38
14	0,58	0,03045	1,2657	1,27	5,76	0,03	3,54
15	0,41	0,04721	2,3299	2,33	4,10	0,05	2,54
16	0,38	0,03355	2,3979	2,40	3,83	0,03	2,38
17	0,38	0,03855	1,8550	1,86	3,81	0,04	2,36
18	0,42	0,03475	1,3683	1,37	4,23	0,03	2,62
19	0,80	0,04545	0,5767	0,58	8,05	0,05	4,96
20	0,95	0,04898	0,6357	0,64	9,48	0,05	5,80
21	0,41	0,02068	0,6167	0,62	4,06	0,02	2,50
22	0,51	0,02671	1,0496	1,05	5,12	0,03	3,24
23	0,74	0,03677	0,7984	0,80	7,42	0,04	4,56
24	0,25	0,01325	0,7234	0,72	2,55	0,01	1,64
25	0,68	0,04997	0,9650	0,96	6,83	0,05	4,22
26	0,61	0,05314	1,4729	1,47	6,13	0,05	3,80
27	0,69	0,06523	1,6970	1,70	6,93	0,07	4,28
28	0,51	0,04039	1,6357	1,64	5,07	0,04	3,14
29	0,94	0,05764	0,6238	0,62	9,41	0,06	6,34
30	0,41	0,04054	1,9110	1,91	4,07	0,04	2,78
31	0,56	0,05912	1,4617	1,46	5,59	0,06	3,82
32	0,44	0,03656	1,7777	1,78	4,35	0,04	2,94
33	0,53	0,04699	1,9746	1,97	5,35	0,05	3,62
34	0,50	0,04835	1,9269	1,93	5,04	0,05	3,34
35	0,73	0,06708	1,4175	1,42	7,33	0,07	4,86
36	0,49	0,06920	2,2272	2,23	4,88	0,07	3,26
37	1,21	0,07747	0,9630	0,96	12,10	0,08	8,00
38	0,56	0,05975	1,3537	1,35	5,58	0,06	3,72

<b>39</b>	0,40	0,03221	1,0495	1,05	3,96	0,03	2,62
<b>40</b>	0,56	0,03814	1,2764	1,28	5,63	0,04	3,74
<b>41</b>	0,73	0,05727	0,7988	0,80	7,33	0,06	4,80
<b>42</b>	0,57	0,04346	1,0989	1,10	5,71	0,04	3,74
<b>43</b>	0,71	0,03656	0,5498	0,55	7,13	0,04	4,60
<b>44</b>	0,39	0,02953	1,1776	1,18	3,89	0,03	2,56
<b>45</b>	0,52	0,03495	0,8702	0,87	5,17	0,03	3,32
<b>46</b>	0,43	0,05169	1,6829	1,68	4,27	0,05	2,78
<b>47</b>	0,60	0,06860	1,7542	1,75	5,98	0,07	3,82
<b>48</b>	0,74	0,05151	0,9063	0,91	7,40	0,05	4,86
<b>49</b>	0,55	0,07674	1,9964	2,00	5,52	0,08	3,60
<b>50</b>	0,41	0,02910	0,9510	0,95	4,13	0,03	2,68